



КИНЕСКОПЫ

МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1071

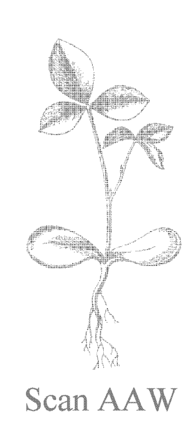
Н. В. Пароль

КИНЕСКОПЫ

(СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ)



МОСКВА "РАДИО И СВЯЗЬ" 1984



ББК 32.851.1
П18
УДК 621.385.832.2

Пароль Н. В.

П18 Кинескопы: Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1984. – 64 с., ил. (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1071).

40 к.

Содержатся основные сведения о принципах работы, конструкциях и особенностях эксплуатации цветных кинескопов. Приводятся основные технические характеристики современных кинескопов для цветных и черно-белых телевизионных приемников, в том числе светотехнические и электрические параметры и характеристики, типовые режимы использования, схемы соединения электродов с выводами. Даны основные рекомендации по применению цветных и черно-белых кинескопов и другие данные.

Для радиолюбителей-конструкторов.

$П\frac{2403000000-012}{046(01)-84}$ 94-84 ББК 32.851.1 6Ф0.31

РЕЦЕНЗЕНТ: А. С. БЕРНШТЕЙН

Редакция литературы по электронной технике

ПРЕДИСЛОВИЕ

Телевидение открывает широкие перспективы для творчества радиолюбителей. Растущий уровень теоретической и практической подготовки радиолюбителей позволяет им успешно работать над созданием различных моделей телевизионных приемников, над расширением областей применения телевизионной техники.

В настоящее время цветное телевидение последовательно вытесняет черно-белое, выпуск цветных кинескопов и телевизоров ежегодно растет.

Цветное изображение несет больше информации, чем черно-белое. Использование цветного телевидения в промышленности, медицине, научных исследованиях может обеспечить получение качественно новых результатов. Цвет усиливает художественную выразительность изображения и создает впечатление его объемности.

Телевизор не существует без кинескопа, с помощью которого телевизионный сигнал преобразуется в видимое изображение. Цветной кинескоп – сложный и дорогостоящий прибор. Технологический процесс изготовления такого кинескопа включает в себя более 50 основных операций – без учета заготовительных и вспомогательных. Изготовление цветных кинескопов производится с высокой точностью на самом современном технологическом оборудовании. Основные характеристики цветного кинескопа – яркость, контраст, динамический баланс белого цвета, чистота цвета, качество сведения лучей и др. в значительной степени определяют качество наблюдаемого изображения. От конструктивных особенностей, качества изготовления кинескопа, режимов и условий его эксплуатации зависят надежность и срок службы телевизора.

Параметры и характеристики кинескопов непрерывно совершенствуются. Созданы новые типы цветных кинескопов с копланарными электронно-оптическими системами, самосведением электронных лучей, с высокой яркостью свечения экранов. Новые кинескопы упрощают процесс настройки телевизоров, их установку и обслуживание. Существенно повышены надежность и долговечность, а также другие эксплуатационные параметры и характеристики кинескопов. Выпускаются малогабаритные цветные кинескопы, что позволило освоить производство переносных цветных телевизоров. Известны пути дальнейшего повышения технических характеристик кинескопов.

Предлагаемая вниманию читателей книга содержит основные сведения о принципах работы кинескопов, особенностях их конструкций и применения, а также данные о параметрах и характеристиках кинескопов, серийно выпускаемых отечественной промышленностью.

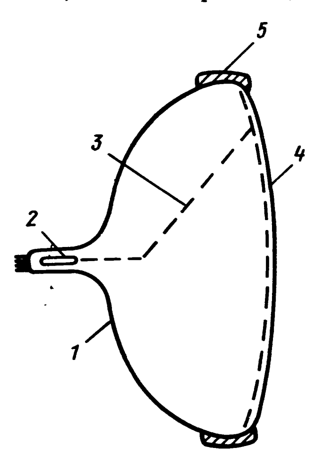
Отзывы о книге направляйте по адресу: 101000, Москва, Главпочтамт, а/я 693, издательство "Радио и связь", Массовая радиобиблиотека.

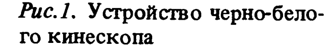
Автор

УСТРОЙСТВО И ПАРАМЕТРЫ КИНЕСКОПОВ

Общие сведения. Кинескопом называется электронно-лучевой прибор, предназначенный для воспроизведения телевизионного изображения. Выпускаются два типа кинескопов – кинескопы для приема черно-белого телевизионного изображения (так называемые "черно-белые кинескопы") и кинескопы для воспроизведения цветного изображения ("цветные кинескопы"). В обоих типах кинескопов электронные лучи возбуждают люминофор – вещество, способное светиться под воздействием потока электронов. Яркость свечения люминофора пропорциональна току луча.

Основными узлами кинескопа (рис. 1), предназначенного для приема черно-белого телевизионного изображения, являются стеклянный баллон *1*, электронно-оптический прожектор *2*, формирующий электронный луч *3*, люминофорный экран *4*, на котором создается изображение, и система взрывозащиты *5*. Конструкция цветного кинескопа (рис. 2) существенно сложнее, чем черно-белого. Основными узлами его являются стеклянный баллон *1*, три электронно-оптических прожектора ("синий" прожектор *2*, формирующий луч, возбуждающий люминофор с синим цветом свечения, "зеленый" прожектор *3*, формирующий луч, возбуждающий люминофор с зеленым цветом свечения, "красный" прожектор *4*, формирующий луч, возбуждающий люминофор с красным цветом свечения), теневая маска *5*, экран *6*, образованный люминофорами с тремя цветами свечения, и система взрывозащиты *7*.




Рис.1. Устройство черно-белого кинескопа

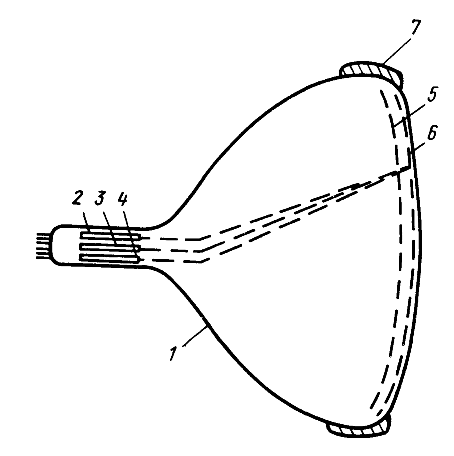


Рис. 2. Устройство цветного кинескопа

Современные кинескопы имеют электростатическую фокусировку электронных лучей и электромагнитное отклонение лучей по горизонтали и вертикали. Электромагнитная отклоняющая система кинескопа состоит из четырех катушек без ферромагнитных сердечников, создающих взаимно перпендикулярные быстропеременные магнитные поля. Катушки горизонтального (строчного) и вертикального (кадрового) отклонения совмещаются в пространстве для уменьшения общей длины отклоняющей системы. Отклоняющая система надевается на горловину баллона кинескопа.

Современные кинескопы обладают весьма совершенными характеристиками. Они имеют высокую яркость свечения экрана, хорошую разрешающую способность и контрастность, что позволяет различать любые детали телевизионного изображения. Экраны современных кинескопов имеют практически прямоугольную форму. У самого крупногабаритного кинескопа размер диагонали экрана составляет 67 см. Для переносных телевизоров изготовляют малогабаритные кинескопы с размером диагонали экрана 32, 23, 16, 11 см и менее.

Угол отклонения луча у современных черно-белых кинескопов (за исключением малогабаритных) составляет 110°. У цветных кинескопов углы отклонения электронных лучей несколько меньше – 90°. Большие углы отклонения позволяют уменьшить длину кинескопа и глубину футляра телевизионного приемника, улучшить его внешний вид. Экраны кинескопов изготовляют из дымчатого (контрастного) стекла, что дает возможность наблюдать яркое и контрастное изображение в условиях сильной внешней освещенности.

Электронно-оптическая система. Для формирования электронного луча в кинескопе служит электронно-оптическая система (сокращенно ЭОС, или прожектор). ЭОС черно-белого кинескопа состоит из одного прожектора. В цветном кинескопе ЭОС состоит из трех одинаковых по конструкции и геометрическим размерам прожекторов. Прожектор обеспечивает малый диаметр свечения электронного луча в плоскости экрана, размер которого определяет возможность воспроизведения на экране необходимого числа строк, т. е. разрешающую способность кинескопа.

Прожектор состоит из катода, являющегося источником электронов, и нескольких электродов, создающих электрическое поле, фокусирующее и ускоряющее электроны, эмиттируемые катодом. Изменяя напряжения на электродах прожекторов, можно управлять током луча и соответственно яркостью свечения экрана, а также фокусировкой луча на экране. В черно-белых кинескопах с большими размерами экрана диаметр пятна на экране может составлять 0,4–0,5 мм. Слишком жесткая фокусировка, при которой диаметр пятна оказывается меньше расстояния между строками, нежелательна, так как в этом случае становится заметной строчная структура изображения. В цветных кинескопах экраны имеют точечную структуру и их разрешающая способность и условия фокусировки зависят от параметров этой структуры и маски.

В современных черно-белых кинескопах используются электронные прожекторы тетродного (четырехэлектродного) типа, состоящие из катода, модулятора, ускоряющего электрода, фокусирующего электрода и анода.

Катод, модулятор и ускоряющий электрод образуют первую линзу ("иммерсионный объектив"); она фокусирует электроны, эмиттируемые катодом, и формирует область скрещения. Ускоряющий электрод и анод образуют вторую линзу, которая уменьшает угол расхождения луча за плоскостью скрещения. Анод имеет высокий потенциал. Вместе с фокусирующим электродом он образует третью – главную проекционную линзу, которая отображает область скрещения на экран кинескопа. Анод электрически соединен с экраном с помощью графитового электропроводящего покрытия.

Наличие ускоряющего электрода позволяет уменьшить угол расхождения луча, что очень важно для сохранения фокусировки при его отклонении. Расстояние от центра отклонения до центра экрана меньше, чем до его угла. Эта разница в расстояниях в крупногабаритных кинескопах превышает 100 мм. Поэтому, чтобы изображение было четким в центре и на углах экрана, необходимо, чтобы диаметр луча изменялся мало, что и обеспечивается тетродной схемой прожектора.

Изменение напряжения на фокусирующем электроде обеспечивает фокусировку луча. Ток в цепи фокусирующего электрода близок к нулю (он составляет несколько единиц микроампер). В цветных кинескопах также используются электронные прожекторы тетродного типа; в масочном кинескопе – три прожектора. Схема одного такого прожектора показана на рис. 3. Прожектор имеет катод с подогревателем *1*, модулятор *2*, ускоряющий электрод *3*, фокусирующий электрод *4* и анод *5*. Подогреватели

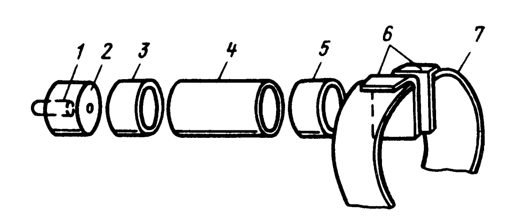




Рис. 3. Устройство одного прожектора цветного кинескопа

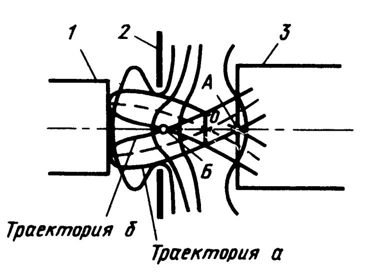


Рис. 4. Взаимное расположение электродов и траектории электронов в первой линзе

катодов соединены параллельно. Фокусирующие электроды трех прожекторов соединены вместе. За анодами трех прожекторов установлен общий цилиндр сведения 7, в котором имеются полюсные наконечники *6*, каждая пара из которых охватывает соответствующий луч. Перечисленные электроды и цилиндр сведения составляют ЭОС кинескопа, которая располагается в его горловине.

Изменение напряжения на фокусирующем электроде обеспечивает регулировку фокусировки луча. Ток в цепи фокусирующего электрода практически равен нулю.

Следует остановиться на процессе формирования электронного луча в области первой линзы. Расположение электродов, образующих эту линзу (поперечное сечение этих электродов), показано на рис. 4. Тонкими линиями на этом рисунке показаны поверхности равного потенциала, которые создаются в реальном прожекторе. Форма этих линий определяет характер путей электронов – траекторий.

Потенциал катода равен нулю, модулятор имеет отрицательный потенциал относительно катода, потенциал ускоряющего электрода положителен. Эквипотенциальные линии в области вблизи катода прогибаются в сторону отверстия в модуляторе. Это означает, что потенциал в центре поверхности катода выше, чем на его периферии. Электроны, вылетевшие из центральной части катода по оси прожектора (или очень близко от оси), движутся практически прямолинейно, а электроны, вылетевшие с участков катода, удаленных от оси, под воздействием электрического поля направляются к оси прожектора. Электроны, эмиттируемые катодом, имеют различные начальные скорости и направлены под разными углами к поверхности катода. На рис. 4 штриховыми линиями показаны траектории электронов, начальные скорости которых равны нулю. Они пересекают ось прожектора в одной точке *О*. Электроны, имеющие начальные скорости, отличные от нуля и направленные в сторону от оси прожектора (траектория *а*), под воздействием поля также движутся к оси прожектора, но пересекают ее в точке *А*, расположенной дальше от поверхности катода, чем точка *О*. Электроны, имеющие начальные скорости, отличные от нуля и направленные под углом в сторону оси прожектора (траектория *б*), пересекают ось в точке *Б*, расположенной ближе к поверхности катода, чем точка *О*. Таким образом, наличие начальных скоростей электронов не позволяет сфокусировать все эмиттированные электроны в одной точке, т. е. получить идеальную фокусировку электронного луча. Тем не менее электронный луч имеет плоскость минимального поперечного сечения – плоскость скрещения. С некоторыми допущениями можно считать, что диаметр луча в плоскости экрана кинескопа близок к диаметру луча в области скрещения.

Действие модулятора в кинескопе на электронный поток подобно действию управляющей сетки в электронной лампе. Модулятор имеет отрицательный потенциал по отношению к катоду, поэтому ток в цепи модулятора практически равен нулю. Модулятор расположен в непосредственной близости от катода, поэтому изменения потенциала модулятора очень сильно влияют на значение тока катода, а следовательно, на зна-

чение тока луча. Диаметр отверстия в модуляторе всегда меньше поверхности катода. В результате часть поверхности катода, удаленная от отверстия в модуляторе, находится под непосредственным воздействием отрицательного потенциала модулятора. Электроны, эмиттированные с этой части поверхности катода, попадают в тормозящее поле, создаваемое модулятором, и практически остаются в прикатодной области. Центральную часть поверхности катода, потенциал у которой положителен, называют действующей поверхностью катода. Электронный луч формируется электронами, эмиттированными действующей поверхностью катода. Диаметр действующей поверхности катода всегда меньше диаметра отверстия модулятора, исключая практически редкий случай, когда потенциал модулятора положителен (этот режим выводит кинескоп из строя в течение нескольких минут). По мере увеличения отрицательного напряжения модулятора действующая поверхность катода уменьшается и стягивается в точку. Напряжение модулятора, при котором ток луча становится равным нулю, называется напряжением запирания. При запирании тормозящее поле создается у всей поверхности катода. В электронных лампах зависимость тока катода от напряжений на электродах описывается законом степени трех вторых. При этом считается, что величина действующей поверхности катода при изменениях напряжений на электродах остается постоянной. Если учесть, что в кинескопе изменения напряжений на электродах вызывают изменения действующей поверхности катода, то показатель степени в формуле, описывающей зависимость катода $I_к$ от напряжения модулятора, будет больше трех вторых. Считается, что значение его составляет пять вторых и соответствующая формула имеет вид

$$I_к = K \frac{(U_{мод} - U_{зап})^{\gamma}}{|U_{зап}|},$$

где $U_{мод}$– напряжение модулятора; $U_{зап}$– напряжение запирания; K– постоянная величина.

Строго говоря, показатель степени в этой формуле зависит от напряжений на электродах прожектора и может быть как несколько меньше, так и несколько больше пяти вторых: $2 \leqslant \gamma \leqslant 7/2$.

Значение γ зависит от параметров электронного прожектора и режима его работы, поэтому, устанавливая для каждого прожектора свой режим, можно добиться практического совпадения значений γ для всех трех прожекторов кинескопа.

Зависимость тока луча от напряжения между катодом и модулятором называется модуляционной характеристикой электронного прожектора. Она снимается при заданных напряжениях ускоряющего электрода и анода и в общем виде описывается приведенной выше формулой. На рис. 5 показан пример модуляционной характеристики прожектора; значения по осям координат отложены в линейном масштабе. При повышении напряжения ускоряющего электрода увеличиваются напряжение запирания и крутизна модуляционной характеристики.

Разность между напряжением запирания и напряжением модулятора, при которой обеспечивается заданный ток луча, называется напряжением модуляции (модулирующим сигналом) $\Delta U_{мод}$. В ряде случаев модуляционные характеристики удобно представлять в виде зависимостей $\lg I_к = f(\lg \Delta U_{мод})$, построенных в логарифмическом масштабе. Они имеют вид прямых (рис. 6).

Яркостные характеристики трех прожекторов одного кинескопа, как правило, несколько различаются, что весьма существенно для обеспечения баланса белого (см. ниже).

Модуляционные характеристики для катодной и сеточной модуляции несколько различаются. Различия вызваны тем, что в случае сеточной модуляции изменения тока катода (при подаче видеосигнала) не вызывают изменений напряжения ускоряющего электрода. При катодной модуляции изменения тока катода вызывают изменения напряжения на нем за счет падения напряжения на сопротивлениях схемы подачи видеосигнала на катод кинескопа (создаваемого протекающим по нему током катода).

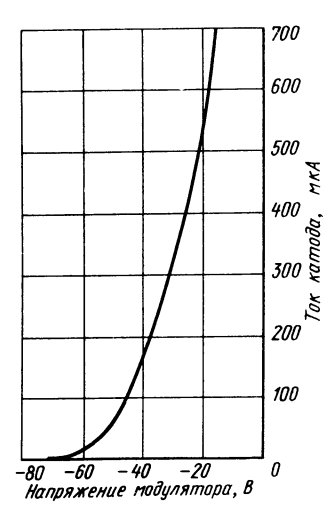


Рис. 5. Модуляционная характеристика прожектора (линейный масштаб величин, напряжение модулятора отсчитывается относительно катода)

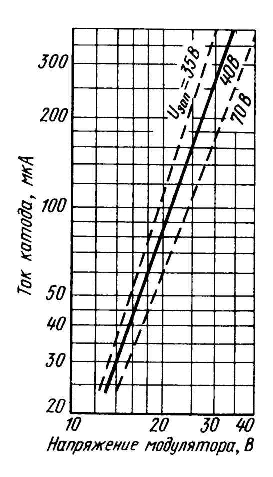


Рис. 6. Модуляционная характеристика прожектора (нелинейный масштаб величин напряжение модулятора отсчитывается относительно напряжения запирания)

Чем выше крутизна модуляционной характеристики, тем меньше модуляция. Невысокая модуляция позволяет работать с малым уровнем видеосигнала, что особенно удобно для видеоусилителей на полупроводниковых приборах.

Основные сведения о цвете и цветовом зрении. Цвет характеризуется тремя параметрами: яркостью, цветовым тоном и насыщенностью. Яркость цвета определяется величиной светового потока, излучаемого в заданном направлении единицей площади поверхности в пределах единичного телесного угла. Цветовой тон (оттенок) цвета – свойство цвета, позволяющее определить данный цвет как красный, синий и т.д.; он характеризуется длиной волны светового излучения. Насыщенность цвета – степень его свободы от примеси белого цвета. Спектральные цвета имеют наибольшую насыщенность. Насыщенность белого цвета равна нулю. Цветовой тон и насыщенность характеризуют цветность светового потока независимо от его яркости. Цветовой тон и насыщенность являются субъективными параметрами. Цветность и яркость – важные параметры цветного кинескопа.

Человеческий глаз способен различать до 180 различных цветов и цветовых оттенков, часть которых является чистым спектральным цветом, а часть образована в результате смещения различных спектральных цветов в разнообразных отношениях.

Основная особенность цветового зрения – трехкомпонентное восприятие цвета. По современным представлениям человек имеет три нервных цветочувствительных аппарата, один из которых создает ощущение красного цвета, другой – зеленого и третий – синего. Результирующее восприятие света глазом человека различается по цветности. Поэтому в цветном телевидении оказалось возможным всю видимую гамму цветов получать смешением световых компонент красного, синего и зеленого цветов. Эти цвета называются основными: при их смешении достигается наиболее полная гамма цветообразования. При сложении основных цветов равной яркости образуются дополнительные цвета, например: сложение красного и зеленого цветов дает желтый цвет, красного и синего –пурпурный, красного, синего и зеленого – белый цвет. Отсутствие

всех трех цветов воспринимается нами как черное. От латинского слова additito (сложение) происходит название способа смешения цветов, используемого в цветном телевидении – аддитивный способ. Для удобства определения соотношений смешиваемых цветов используется цветовой график, показанный на рис. 7. На подковообразной кривой, ограничивающей площадь цветового графика, можно найти точки, соответствующие всем видимым чистым спектральным цветам, длина волны которых изменяется от 400 мкм для монохроматического фиолетового излучения до 700 мкм – для красного. Прямая, образующая основание подковообразного локуса (лат. locus – место), соответствует пурпурному цвету. Линия, ограничивающая локус, соответствует наиболее насыщенным цветам. Центральная зона локуса – зона белого цвета. По мере удаления от границ локуса к центральной зоне насыщенность цвета падает. Два любых цвета, определяемых соответствующими координатами на цветовом графике, могут образовать при смешении все цвета, координаты которых расположены на прямой, соединяющей две исходные точки. По известным координатам цвет, находящийся внутри локуса, можно разложить на составляющие его цвета.

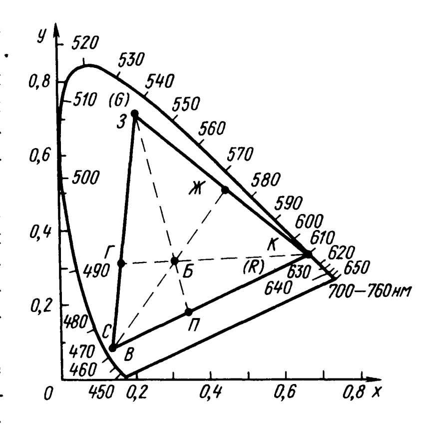


Рис. 7. Цветовой график (спектральный локус) и области цветов

Чтобы на экране кинескопа можно было воспроизвести как можно больше цветов, свойственных передаваемому изображению, треугольник с вершинами, соответствующими основным цветам, должен охватывать как можно бóльшую часть площади цветового графика. Координаты вершин такого треугольника представляют собой координаты цветности основных цветов x и y. В справочных данных значения их приводятся в системе XYZ МКО (Международная комиссия по освещению).

На рис. 7 показано положение треугольника основных цветов, которые при современном уровне техники изготовления люминофоров реализуются в кинескопах. Координаты вершин треугольника (основных цветов) приводятся в справочных данных. На экране кинескопа будут воспроизводиться только те цвета, координаты которых расположены внутри треугольника на цветовом графике. Очевидно, что спектральные цвета и большинство высоконасыщенных цветов на экране кинескопа воспроизвести нельзя, но это и не важно, так как такие цвета в природе можно наблюдать крайне редко. Вместе с тем диапазон цветностей, характерных для кино, фотографии практически полностью охватывается цветовым треугольником.

Чистота цвета белого и основных цветов (однородность цветности свечения) определяется различиями координат цветности (Δx и Δy) свечения отдельных участков экрана. Высокая однородность цветности особенно существенна для качественного воспроизведения черно-белого изображения на экране цветного кинескопа. Для белого цвета свечения значения Δx и Δy не должны превышать 0,02 ед. МКО, в противном случае неоднородность цветности будет отчетливо видна. Этому требованию удовлетворяют все современные цветные кинескопы. Для других цветов, например красного, допускаются несколько большие значения Δx и Δy (до 0,04 ед.), но эти неоднородности менее заметны глазу.

Следует остановиться на одной особенности человеческого зрения, весьма важной для цветного телевидения. Экспериментально установлено, что нормальный человеческий глаз по мере уменьшения размеров цветных деталей теряет способность различать их цвета и видит их как серые и имеющие различную яркость. Наивысшей спектральной чувствительности глаза соответствует область зеленых цветов, средней чувствительности –

область красных и низшей – синих. Поэтому при уменьшении размеров синие детали теряют свою цветовую насыщенность в первую очередь, затем – красные и, наконец, зеленые. Эта особенность зрения позволила без ухудшения качества цветного изображения передавать мелкие детали изображения в черно-белой гамме (при сохранении информации об их яркости) и таким образом оптимизировать структуру цветной телевизионной системы.

Экран и маска кинескопа. Наиболее распространенным типом цветного кинескопа является кинескоп с теневой маской ("масочный" кинескоп). Изображения красного, зеленого и синего цветов формируются независимыми электронными прожекторами. Маска кинескопа представляет собой цветоделительное устройство, обеспечивающее засвечивание люминофора заданного цвета свечения соответствующим электронным лучом. В современных кинескопах используются теневые маски двух основных типов: маски с круглыми отверстиями (так называемые апертурные) и маски с прямоугольными отверстиями (щелевые).

У кинескопа с апертурной теневой маской экран образован люминофорными "точками" красного (R), зеленого (G) и синего (B) цветов свечения. Фактически точка представляет собой участок поверхности экрана диаметром около 0,3 мм. Точки люминофоров с различными цветами свечения располагаются в определенной последовательности (рис. 8). Три смежные точки образуют так называемую триаду. Масочный кинескоп имеет три электронных прожектора, формирующих три электронных луча. Прожекторы расположены по окружности на угловом расстоянии 120° друг от друга. Оси электронных прожекторов находятся в вершинах равностороннего треугольника, и такая система расположения прожекторов называется дельтаобразной. Схема расположения электронных прожекторов, маски, люминофорного экрана и ход электронных лучей в дельтаобразной системе показана на рис. 9.

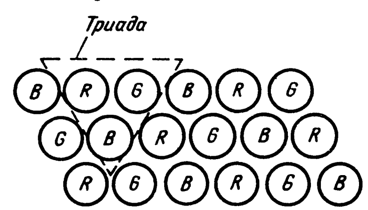


Рис. 8. Расположение зерен люминофоров различного цвета сечения на экране кинескопа с апертурной маской

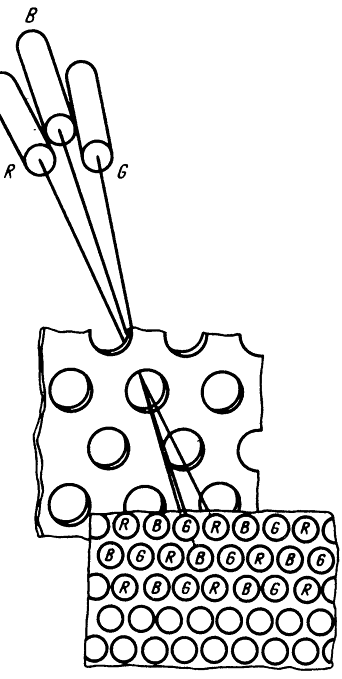


Рис. 9. Схема расположения электронных прожекторов, маски, люминофорного экрана и ход электронных лучей в дельтаобразной системе

Теневая маска располагается перед экраном и имеет около 500 000 отверстий. Электронные лучи трех прожекторов при любом угле отклонения должны сходиться в каждом отверстии маски. Электронный луч, прошедший через отверстие в теневой маске, должен попадать на "свою" точку люминофора, т. е. точку, светящуюся "своим" цветом. Например, луч от красного прожектора попадает только на точки красного люминофора, зеленого прожектора – на точки зеленого, синего прожектора – на точки синего люминофора. Оси прожекторов наклонены к оси горловины кинескопа под углом около 1°. Точки люминофора расположены не вплотную друг к другу. Вокруг

каждой точки имеется так называемый "поясок безопасности" – участок экрана, на который люминофор не нанесен. Поясок препятствует смешению различных цветов свечения.

Взаимное расположение отверстий в маске должно также обеспечить отсутствие муара. Муар в масочном кинескопе является следствием взаимодействия периодической структуры маски с периодическим распределением интенсивности свечения экрана в вертикальном направлении, образуемым строчным растром. Соотношение расстояний между строками растра и рядами отверстий в маске рассчитывается так, чтобы муар отсутствовал.

Наличие поясков безопасности и ограничения на расположение люминофорных точек, накладываемые требованием отсутствия муара, приводит к тому, что на долю каждого из люминофоров приходится менее 1/3 поверхности экрана. В целом оказывается, что прозрачность маски не превышает 15–17 %. т.е. более 80 % электронов перехватывается маской, вызывая ненужный ее нагрев. Малая прозрачность маски является основным недостатком масочного цветного кинескопа и приводит к тому, что три электронных прожектора масочного кинескопа создают поток электронов на экран меньший, чем один электронный прожектор черно-белого кинескопа. Поскольку яркость свечения экрана пропорциональна интенсивности электронного облучения, для получения достаточно высокой яркости в масочных кинескопах используют люминофоры с повышенной световой отдачей и высокие напряжения анодов (до 25 кВ).

Маска изготавливается из стальной фольги толщиной 0,15 мм и располагается на расстоянии около 15 мм от экрана. Диаметр отверстий в центре маски примерно 0,33 мм; по мере удаления отверстий от центра их диаметр уменьшается. Переменный диаметр отверстий используется для улучшения чистоты цвета на краях экрана. Отверстия в маске изготавливаются путем избирательного травления ленты-заготовки. Травление производится одновременно с обеих сторон ленты. При этом отверстия в маске делаются сложной формы. Диаметр отверстия на стороне маски, обращенной к экрану, больше диаметра отверстия на стороне, обращенной к прожекторам. Это делается для того, чтобы перехватить отраженные от стенок отверстия маски электроны, которые, попадая на экран, могут хаотично засвечивать люминофорные точки, нарушая чистоту цвета. Полотно маски сферизуется, ему придается слегка выпуклая форма, повторяющая форму экрана кинескопа. Для придания маске необходимой жесткости ее приваривают к раме, изготовленной из стали толщиной 1,8–2,5 мм. Материалы рамы и маски имеют одинаковые температурные коэффициенты линейного расширения. С целью снижения остаточной намагниченности раму и маску изготовляют на малоуглеродистой стали. Рама и маска (масочный узел) закрепляются на штырях бортика экрана.

Крупногабаритный цветной кинескоп работает при напряжении анода 25 кВ. Поскольку прозрачность теневой маски ограничена (около 17 %), значительная часть тока лучей перехватывается маской и на ней рассеивается значительная мощность – около 20 Вт. Маска при этом нагревается и расширяется. Установившееся значение температуры маски достигается примерно через час после включения кинескопа и составляет 50–70° С. Так как маска закреплена на массивной раме, которая расширяется в существенно меньшей степени, чем полотно маски, последняя выгибается в сторону экрана, как показано на рис. 10. В результате отверстия маски смещаются по отношению к исходному положению, лучи могут

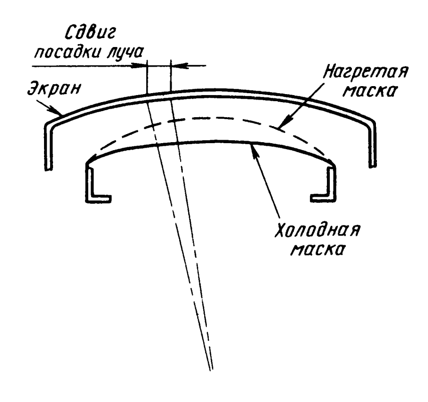


Рис. 10. Изгибание маски при ее нагреве

попасть на "чужие" люминофорные точки, что приведет к ухудшению чистоты цвета и нарушению баланса белого. Чтобы повысить тепловое излучение маски и соответственно понизить ее температуру, раму и маску чернят. Кроме того, в цветных кинескопах используются специальные устройства термокомпенсации теплового расширения маски, позволяющие уменьшить вредное влияние нагрева маски на чистоту цвета.

Следует также отметить, что при воспроизведении сугубо несимметричного сигнала, например, так называемой серой шкалы, коробление маски оказывается весьма существенным, поэтому рекомендуется работать с такими сигналами в течение как можно более короткого времени.

Экран цветного кинескопа с апертурной маской имеет около 1500000 люминофорных точек и изготовляется методом оптического экспонирования. На внутреннюю поверхность экрана наносят суспензионное покрытие из смеси одного из цветных люминофонов и светочувствительного материала, способного задублироваться под воздействием ультрафиолетового облучения. После сушки покрытия перед экраном устанавливают маску так, как она должна быть расположена в готовом кинескопе. Структура отверстий в маске соответствует структуре люминофорных элементов экрана. В точке, в которой в готовом кинескопе начинается отклонение луча, устанавливают точечный источник ультрафиолетового облучения с корректирующей линзой, имитирующей условия отклонения луча. Источник ультрафиолетового излучения устанавливают в месте расположения прожектора того же цвета, которым светится экспонируемый люминофор, и засвечивают только те точки экрана, которые "видит" прожектор в реальном кинескопе. Эта операция называется экспонированием экрана. В процесс экспонирования освещаемые участки покрытия задубливаются и становятся нерастворимыми для проявителя. С неосвещенных участков материал покрытия смывается. Затем на экран наносят покрытие с люминофором другого цвета свечения. Источник излучения перемещают на место соответствующего прожектора, экспонируют экран и смывают лишний люминофор. Таким образом, в кинескопе луч каждого прожектора будет попадать на люминофор соответствующего цвета. После создания трех точечных растров из различных люминофоров на экран наносят пленку из органического вещества, заполняющую места, не закрытые люминофором, и напыляют пленку алюминия. О степени точности и аккуратности, с которой должен изготовляться экран, можно судить по следующему примеру: глаз может заметить отсутствие одной точки из миллиона, если эта точка близка к центру экрана.

Экран кинескопа со щелевой маской имеет линейчатую структуру, состоящую из чередующихся полосок люминофоров трех цветов свечения. Полоски люминофоров ориентированы вертикально для предотвращения появления муара и ослабления влияния магнитного поля Земли. Прозрачность щелевых масок выше, чем апертурных, и достигает 20–25 %. Ширина щелей, размеры перемычек выбираются из условий получения высокой яркости, разрешающей способности и хорошей чистоты цвета. В кинескопе со щелевой маской также используются три независимых электронных прожектора, но они располагаются в одной горизонтальной плоскости. Оси двух крайних прожекторов могут быть слегка наклонены к оси центрального прожектора. Такая система расположения прожекторов называется копланарной (планарной). Схема расположения электронных прожекторов, маски, люминофорного экрана и ход электронных лучей в копланарной системе показана на рис. 11.

Чистота цвета экрана кинескопа со щелевой маской должна обеспечиваться только по горизонтали, поскольку вертикальное перемещение лучей не ухудшает чистоты цвета. Кроме того, горизонтальные составляющие напряженности внешних магнитных полей не влияют на чистоту цвета, так как они перемещают электронные лучи в вертикальном направлении.

Яркость экрана. Экран кинескопа преобразует энергию электронного луча в световую энергию. Источником света служит люминофор – вещество, которое светится под воздействием электронной бомбардировки. Люминофоры представляют собой доста-

точно сложные по составу химические вещества. Так, в качестве люминофора с красным цветом свечения используется окись иттрия, активированная европием, люминофора с синим цветом свечения – сульфид цинка и кадмия, активированный серебром, и люминофора с синим цветом свечения – сульфид цинка, активированный серебром. Люминофорное покрытие экрана черно-белого кинескопа представляет собой смесь двух люминофоров, имеющих синий и желтый цвета свечения. При малых размерах зерен люминофора цвет свечения такой смеси близок к белому (белым цветом свечения ни один люминофор сам по себе не обладает).

У кинескопов принято определять яркость свечения экрана – силу света, излучаемого 1 м² светящейся поверхности в направлении наблюдателя. Равномерно светящаяся поверхность площадью 1 м², излучающая в направлении наблюдателя свет силой в одну свечу, имеет яркость одну канделу на квадратный метр. У современных цветных масочных кинескопов яркость свечения экрана достигает 120–160 кд/м². Более правильно было бы определять световую отдачу, представляющую собой отношение силы света, излучаемого в направлении, перпендикулярном поверхности экрана, к мощности электронного луча, возбуждающего свечение.

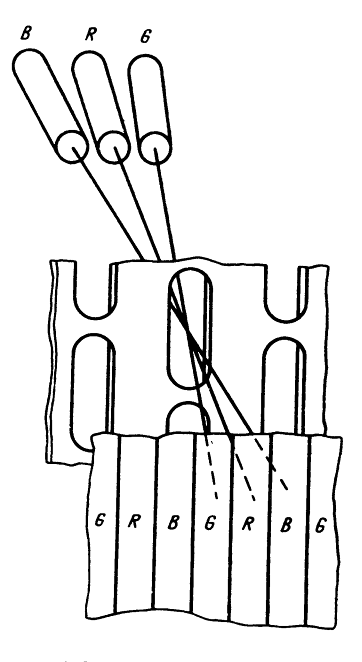


Рис. 11. Схема расположения электронных прожекторов, маски, люминофорного экрана и ход электронных лучей в копланарной системе

Яркость экрана масочного цветного кинескопа в первую очередь зависит от прозрачности маски. Яркость экрана зависит также от светоотдачи люминофора и мощности электронного луча, т. е. от тока луча и напряжения анода, определяющего скорость электронов, попадающих на экран. Если скорость электронов мала, то глубина проникновения электронов в слой люминофора невелика и возбуждение люминофора, а следовательно, и его свечение возникает вблизи поверхности, бомбардируемой электронами. Значительная часть света поглощается остальным слоем люминофора и стеклом баллона кинескопа. При этом яркость свечения экрана, воспринимаемая зрителем, невелика. По мере увеличения напряжения анода и вследствие этого – скорости электронов все более глубокие слои люминофора принимают участие в возбуждении светового потока. Соответственно возрастает яркость свечения экрана.

С повышением тока луча яркость возрастает линейно. Только при очень больших токах наступает насыщение яркости: температура люминофора под воздействием большой мощности луча повышается и люминофор разрушается. Практически такой режим в кинескопе никогда не достигается.

Повысить ток луча можно, уменьшая отрицательное напряжение модулятора. При этом увеличивается действующая поверхность катода и растет размер области скрещения. Следовательно, диаметр электронного луча в плоскости экрана растет, т. е. ухудшается фокусировка луча и падает четкость изображения. Поэтому значительно увеличивать ток луча для повышения яркости свечения экрана нельзя. При увеличении размеров экрана приходится увеличивать ток луча не столько для повышения яркости экрана, сколько для сохранения ее на достаточно высоком уровне. Чем длиннее строка на экране, тем меньшее время луч находится в каждой точке экрана и тем меньше возбуждает люминофор. Поэтому у крупногабаритных кинескопов токи луча всегда больше, чем у малогабаритных. Все современные кинескопы имеют алюминированные

экраны. Они отличаются тем, что на слой люминофора со стороны ЭОС нанесена тонкая пленка алюминия. Алюминиевое покрытие отражает свет, излучаемый люминофором внутрь баллона, и направляет его в сторону зрителя, что существенно повышает яркость свечения экрана и увеличивает контрастность изображения. Металлическая пленка электрически соединена с анодами прожекторов. Такое соединение позволяет избавиться от ряда нежелательных явлений, связанных со способностью люминофора эмиттировать электроны под воздействием электронной бомбардировки (вторичная электронная эмиссия люминофора).

В результате кинескопы с алюминированными экранами могут работать при более высоких напряжениях анодов, чем ранее выпускавшиеся кинескопы с неалюминированными экранами и, следовательно, обеспечивать высокую яркость при меньшем токе луча. Наконец, металлическая пленка защищает люминофор от бомбардировки тяжелыми ионами, увеличивая его долговечность.

Яркость и неравномерность яркости свечения экрана измеряют в белом цвете с координатами в системе МКО $x = 0{,}281$ и $y = 0{,}311$. Белый цвет свечения устанавливается с помощью фотоэлектрического колориметра в центре экрана; можно использовать эталон, по которому визуально устанавливается цветность экрана испытываемого кинескопа. Яркость измеряют в центре экрана с площадки заданных размеров. Неравномерность яркости оценивается при погашенных обратных ходах развертки в центре экрана и на четырех участках на краях экрана.

Контраст изображения. Контрастом изображения на экране кинескопа называется отношение яркости наиболее светлых участков изображения к яркости темных участков. Значение контраста зависит от конструкции кинескопа, а также от размеров и взаимного расположения темных и светлых участков изображения. Поэтому численная величина контраста зависит от условий его измерения.

Различают два вида контраста: крупных деталей изображения (габаритный, или полный контраст) и мелких деталей (детальный контраст). Контраст крупных деталей обычно измеряют на прямоугольном растре с чередующимися светлыми и темными участками в виде шахматного поля. Значение контраста зависит от того, на каких участках производятся измерения, и от размера клеток. Контраст крупных деталей можно определить как отношение средней яркости светлых полей, окружающих темное поле, к яркости темного поля. Детальный контраст можно определить как отношение яркости равномерного светлого поля к яркости небольшого темного пятна, расположенного в середине этого поля.

Яркость темных полей, соответствующих случаю, когда электронные лучи заперты, должна быть равна нулю, а контраст – бесконечности. Однако в реальных кинескопах действует ряд факторов, снижающих контраст изображения. Практически у современных кинескопов контраст крупных деталей около 100. Контраст изображения на экране кинескопа определяется не только параметрами самого кинескопа, но и свойствами видеотракта телевизора, в частности амплитудой видеосигнала.

Снижение контраста обусловлено внутренним отражением света в стекле экрана, т. е. света, излучаемого люминофором от внешней поверхности экрана кинескопа. Часть светового потока отражается от поверхности раздела стекло–вакуум и частично рассеивается люминофором. Это явление способствует возникновению ореолов и особенно заметно снижает детальный контраст.

Алюминирование экрана позволяет повысить контраст изображения, так как поверхность алюминиевой пленки, прилегающая к люминофору, обеспечивает возвращение к наблюдателю части света, излучаемого в противоположную от него сторону.

Наличие внешнего освещения также снижает контраст изображения. Это происходит потому, что алюминиевая пленка отражает не только световой поток, излучаемый люминофором, но и свет, поступающий от внешних источников. Для борьбы с этим явлением уменьшают светопропускание экранов – их изготовляют из дымчатого (конт-

растного) стекла. Если световой поток, излучаемый люминофором, при прохождении через такое стекло ослабляется вдвое, то световой поток от внешних источников света проходит через стекло дважды (в сторону пленки и обратно) и ослабляется уже в 4 раза, что весьма существенно. Кроме того, дымчатое стекло сильнее гасит косые лучи света от люминофора, чем лучи, идущие перпендикулярно поверхности экрана. Это способствует резкому уменьшению яркости ореолов и улучшению контраста мелких деталей.

Контраст и яркость свечения экрана кинескопа взаимосвязаны. Как уже отмечалось, яркость и контраст зависят от светоотдачи люминофора, отражающей способности алюминиевого покрытия (сюда же следует добавить отражающую способность собственно люминофора), светопропускания стекла. Влияние этих параметров на контраст и яркость изображения можно проиллюстрировать схематическим примером, показанным на рис. 12. В первом

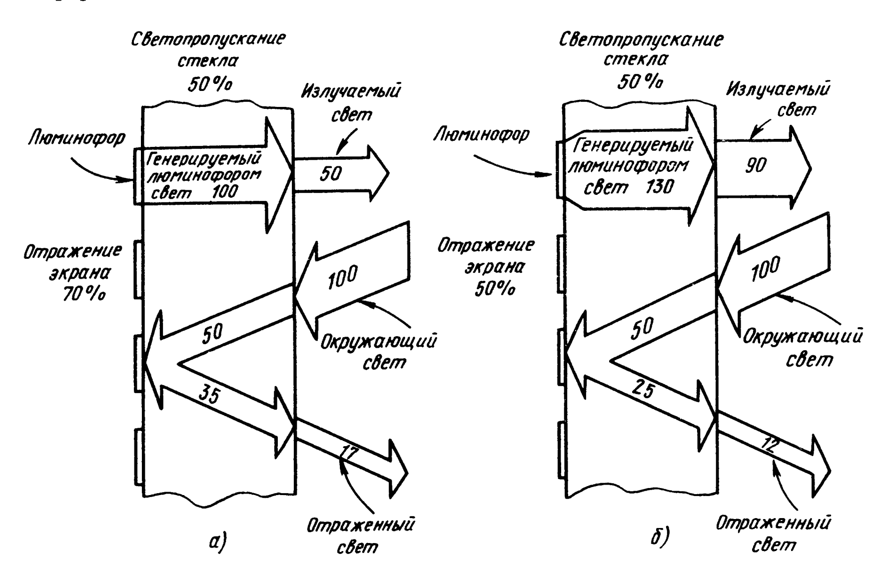


Рис. 12. Взаимосвязь светопропускания стекла, коэффициента отражения экрана, контраст и яркость изображения

случае (рис. 12, *а*) световой поток, создаваемый люминофором, составляет 100 усл. ед., коэффициент светопропускания стекла – 50 %, коэффициент отражения экрана (алюминиевой пленки и люминофора) – 70 %. Во втором случае (рис. 12, *б*) световой поток люминофора 130 усл. ед., коэффициенты светопропускания стекла и отражения экрана – 70 и 50 % соответственно. В первом случае зритель воспримет 50 усл. ед. светового потока из 100, излучаемых люминофором (светопропускание стекла 50 %). Из 100 усл. ед. светового потока окружающей среды 50 дойдет до люминофора и алюминиевой пленки, в свою очередь, 35 усл. ед. (коэффициент отражения экрана 70 %) отразится к наружной поверхности экрана и 17 усл. ед. будут восприняты зрителем. Результирующая яркость свечения экрана, определяемая излучением люминофора и отраженным светом, составит 67 усл. ед. Контраст, определяемый отношением яркости экрана к яркости отраженного света, составит 67 : 17 = 4,4. Во втором случае (рис. 12, *б*) яркость составит 102 усл. ед., а контраст – 102 : 12 = 8,5. Пример показывает, что для повышения яркости надо использовать люминофоры с высокой светоотдачей и не слишком уменьшать светопропускание стекла. Уменьшение коэффициента отражения экрана увеличивает контраст, но при этом несколько падает результирую-

щая яркость свечения экрана. Контраст изображения зависит также от качества видеосигнала.

Существенный выигрыш в яркости свечения экрана при сохранении высокого контраста изображения достигается за счет использования так называемых фильтрующих (пигментированных) люминофоров. Каждая частица такого люминофора заключена в оболочку из неорганического вещества, которое пропускает излучаемый люминофором свет и поглощает часть падающего извне света. При этом повышается насыщенность цветов.

Вся совокупность люминофорных точек на экране образует серый фильтр, выполняющий функцию дымчатого (контрастного) стекла. В этом случае можно существенно увеличить светопропускание стекла экрана и повысить яркость изображения, не теряя контраста.

Разрешающая способность. Количество деталей изображений, которое можно различить на экране кинескопа, определяется конструкцией и режимом работы кинескопа. В частности, она зависит от диаметра светового пятна, создаваемого электронным лучом. Очевидно, что чем меньше диаметр светового пятна на экране кинескопа, тем большее количество деталей можно различить на экране. Разрешающая особенность масочного цветного кинескопа определяется также структурой люминофорного экрана и теневой маски. Очевидно, что на экране такого кинескопа нельзя различить деталь, размеры которой меньше размеров одной люминофорной точки, а при приеме черно-белого изображения – увидеть деталь, размеры которой меньше размеров люминофорной триады (в случае апертурной маски).

Разрешающую способность кинескопа измеряют с помощью стандартной испытательной таблицы. Испытательная таблица 0249 имеет группы вертикальных и горизонтальных клиньев, состоящих их веерообразно расходящихся штрихов. Клинья расположены в углах и середине таблицы. Разрешающая способность по горизонтали определяется в месте слияния штрихов вертикальных клиньев. Разрешающая способность по вертикали определяется в месте слияния штрихов горизонтальных клиньев. Около расходящихся штрихов помещены цифры, обозначающие общее количество элементов, которые могут быть различимы на экране кинескопа в перпендикулярном штрихам направлении. Разрешающая способность кинескопа реализуется полностью, если число строк в растре телевизионной развертки равно числу черных и белых элементов, которое можно определить по клину. Стандартная испытательная таблица позволяет измерять разрешающую способность до 600 линий, что примерно соответствует телевизионному стандарту 625 строк. Различимость 600 линий по клинам таблицы означает, что вдоль строки и вдоль вертикальной оси кадра может быть различимо 1200 элементов (600 белых и 600 черных). Разрешающая способность цветных кинескопов определяется в белом цвете и основных цветах по визуальной различимости групповых линий испытательной таблицы 0249. Белый цвет устанавливается с помощью колориметра или по эталону. Разрешающая способность в основных цветах измеряется при токах прожекторов, равных токам, установленным для получения белого цвета.

В заключение целесообразно остановиться на зависимости контраста изображения от уровня видеосигнала и уровня яркости. При увеличении амплитуды видеосигнала (ручка регулировки контраста) ток луча и яркость свечения экрана возрастают так, как это показано на рис. 13. Постоянное напряжение модулятора (положение "рабочей точки") при этом не изменяется. Уровень яркости, соответствующий самому темному месту изображения, при увеличении амплитуды сигнала возрастает незначительно ($B_{\text{темн}1} \approx B_{\text{темн}2}$), так как крутизна модуляционной характеристики кинескопа в области напряжений модулятора, близких к напряжению запирания, мала. Вместе с тем, уровень яркости, соответствующий самому светлому месту изображения, существенно возрастает, так как крутизна модуляционной характеристики в области напряжений модулятора, относительно далеких от напряжения запирания, достаточно велика. В результате, контраст изображения при увеличении амплиту-

ды сигнала растет. Таким образом, контраст изображения зависит не только от параметров собственно кинескопа, но и от характеристик телевизионного приемника, в частности амплитуды сигнала.

Иная ситуация складывается при изменении положения ручки регулировки яркости. В этом случае изменяется постоянное напряжение модулятора (рис. 14): при повышении яркости уменьшается отрицательное напряжение модулятора, например, на величину $U_{мод}$. При этом яркость "самого темного" места изображения растет заметно, так как рабочая точка оказывается на участке модуляционной характеристики, крутизна которого выше крутизны участка модуляционной характеристики, в области напряжений, близких к напряжению запирания ($B_{темн2} > B_{темн1}$). Растет яркость как светлых, так и темных мест изображения; в результате, несмотря на значительный рост яркости (B_2 вместо B_1), контраст изображения уменьшается.

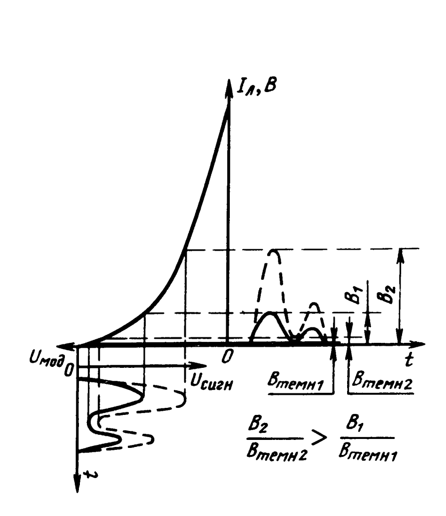


Рис. 13. Изменение тока луча и яркости свечения экрана при изменении положения ручки регулировки контраста в телевизоре

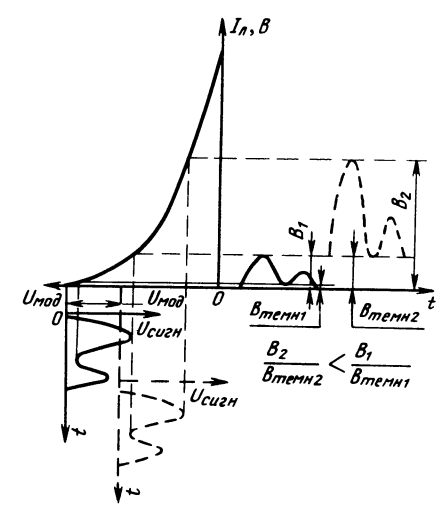


Рис. 14. Изменения тока луча и яркости свечения экрана кинескопа при изменении положения ручки регулировки яркости в телевизоре

Время готовности кинескопов к работе. В связи с ростом требований к эксплуатационным и качественным показателям телевизионных приемников становится небезразличным промежуток времени с момента включения телевизора до появления устойчивого телевизионного изображения. Это время называется временем готовности телевизора к работе. Оно в значительной мере определяется временем разогрева катодов приемно-усилительных ламп и кинескопа. Временем разогрева катода кинескопа (его часто называют временем готовности кинескопа) называют время с момента включения кинескопа до получения заданного значения тока луча (яркости свечения экрана). Оно определяется конструкцией катодного узла – теплоемкостью элементов узла, рабочей температурой катода, условиями теплопередачи от катода к крепежным элементам, эмиссионной способностью катода, уровнем вакуума в кинескопе и технологическими режимами, принятыми в производстве кинескопов.

Время разогрева катодов кинескопов, мощность накала которых составляет 2 Вт, лежит в пределах 15–30 с. Время разогрева маломощных катодов (с мощностью накала 0,4 Вт) меньше: оно составляет 8–15 с. Такие катоды используют в кинескопах с небольшими размерами диагонали экрана, предназначенных для переносных телевизоров.

2Зак 1930

Для сокращения времени готовности катодов применяют ряд конструктивных мер, таких как уменьшение толщины материала, из которого изготовляется колпачок, увеличение удельной нагрузки на подогреватель, используют способы крепления катода, уменьшающие теплоотвод от рабочей поверхности катода, и т.д. Время разогрева катодов, в которых применены упомянутые конструктивные решения (их называют "быстроразогреваемыми" или "малоинерционными"), составляет 6–10 с.

Следует отметить, что в процессе эксплуатации кинескопов время разогрева катодов несколько увеличивается из-за ухудшения эмиссионной способности катода, при этом ток луча и соответствующая яркость свечения экрана устанавливаются за бóльшее время.

Время готовности ламповых и лампово-полупроводниковых телевизионных приемников в основном определяется временем разогрева катодов мощных ламп, используемых в генераторах строчной развертки, таких как 6П36С, 6П42С и др. Эти лампы имеют массивные мощные катоды, для разогрева которых требуется сравнительно длительное время – около 20–30 с (за время разогрева катодов приемно-усилительных ламп принимают время установления номинальных токов анодов ламп). Для этой группы телевизионных приемников время разогрева катодов кинескопов существенного значения не имеет.

Однако время готовности телевизионных приемников, собранных полностью на полупроводниковых приборах и интегральных микросхемах, будет уже полностью определяться временем разогрева катода кинескопа, так как транзисторы, полупроводниковые диоды и интегральные микросхемы входят в режим практически мгновенно (если не считать времени, необходимого для установления стабильного режима).

Взрывозащита кинескопа. Разработка кинескопов с прямоугольными экранами и большими углами отклонения луча потребовала создания системы защиты кинескопов от самопроизвольных взрывов. На стеклооболочку кинескопа действует атмосферное давление со всех сторон (только экран кинескопа с диагональю 61 см испытывает давление около двух тонн). Однако поверхность экрана и конуса больше поверхности боковых стенок стеклооболочки. Поэтому экран и конус (рис. 15) сдавливаются атмосферным давлением так, что боковые стенки растягиваются и стремятся как бы "выпучиться" наружу. Стекло плохо сопротивляется растяжению. Поэтому в углах баллона кинескопа могут возникать недопустимые растягивающие усилия. Если на боковой поверхности баллона есть какие-либо дефекты, например царапины, прочность баллона резко ухудшается, атмосферное давление сплющивает кинескоп и он взрывается. Осколки стекла экрана летят внутрь конуса (в телевизор), а осколки конуса – им навстречу.

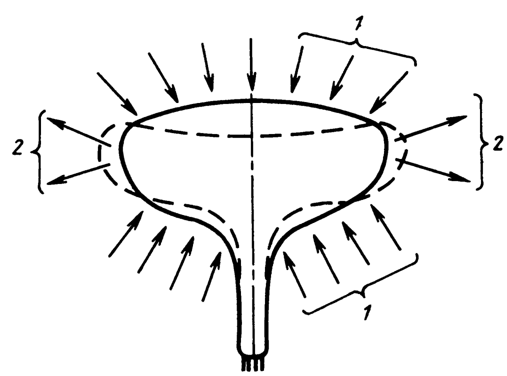


Рис. 15. Сжатие баллона кинескопа атмосферным давлением.

Штриховой линией показана форма, которую баллон кинескопа стремится принять под воздействием атмосферного давления:

1 – направление сжатия баллона; *2* – силы, растягивающие баллон

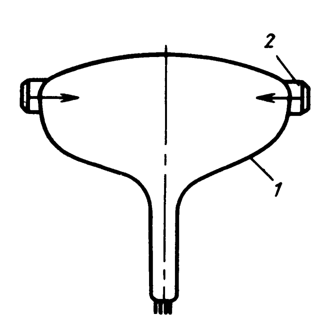


Рис. 16. Действие системы взрывозащиты кинескопа: *1* – баллон кинескопа; *2* – взрывозащитный бандаж

Чтобы нейтрализовать растягивающее усилие, используют взрывозащитный бандаж (рис. 16), который сжимает боковые поверхности баллона; стрелками показано направление сжимающего усилия.

Создание взрывозащитных кинескопов позволило отказаться от ранее применявшихся в телевизорах защитных стекол. Это дало возможность существенно уменьшить глубину ящика телевизора и получить выигрыш в яркости и контрастности изображения. Взрывозащиту имеют все современные крупногабаритные кинескопы.

Взрывозащитный бандаж не предназначен для использования в качестве декоративного элемента телевизора.

Бандаж обязательно соединяется с внешним проводящим покрытием и заземляется.

Система сведения. Одна из важнейших задач регулировки цветного кинескопа состоит в правильном совмещении трех изображений в основных цветах, создающих цветное изображение. Если совмещение не достигнуто, то на контурах черно-белого изображения появляются цветные окантовки, а на переходах цветного изображения возникают смешанные цвета. Задача совмещения решается с помощью системы сведения. Рассмотрим систему сведения цветного кинескопа на примере кинескопа с дельтаобразным расположением прожекторов. За анодами трех прожекторов установлен цилиндр сведения, в котором расположены три пары полюсных наконечников, каждая из которых охватывает соответствующий луч. Пары полюсных наконечников экранированы друг от друга внутренним магнитным экраном. Цилиндр сведения электрически соединен с анодами, а также с внутренним графитовым покрытием баллона кинескопа и экраном с помощью трех контактных пружин.

Сводящее поле создается регулятором сведения. Схема регулятора сведения кинескопа с дельтаобразной ЭОС показана на рис. 17. Снаружи к горловине кинескопа под углом 120° (так же расположены прожекторы) подходят три пары магнитопроводов статического и динамического сведения лучей, силовые линии которых проходят через стекло горловины и создают между полюсными наконечниками магнитное поле. В плоской части каждого сердечника магнита статического сведения имеется выемка, в которой закреплен цилиндр из феррита, намагниченный по диаметру. Поворот этого магнита изменяет величину и направление магнитного поля между внутренними полюсными наконечниками цилиндра сведения. При этом соответствующий луч смещается радиально под углом 120° по отношению к двум другим лучам. Для сведения трех лучей в одном отверстии маски надо иметь возможность смещать хотя бы один луч в направлении, перпендикулярном радиальному. Таким образом принято смещать синий луч (рис. 18). Магнит бокового смещения синего луча представляет собой феррит цилиндрической формы, намагниченный по окружности и вмонтированный в пластмассовую ручку. Создаваемый им магнитный поток замыкается через полюсные наконечники и магнитопровод из феррита, расположенный между магнитом бокового смещения и горловиной кинескопа. Поворот постоянного магнита меняет величину и направление смещения синего луча по горизонтали.

Статическое боковое смещение синего луча может осуществляться не постоянным магнитом, а с помощью катушек–электромагнитов, расположенных в регуляторе сведения, что позволяет устранить влияние поля магнита бокового смещения синего луча на красный и зеленый лучи. На каждом сердечнике электромагнитов имеются катушка для статического бокового смещения синего луча и катушка для дополнительного динамического сведения синих вертикалей. Рис. 19 иллюстрирует принцип смещения синего луча с помощью электромагнитов. Синий луч пересекается суммарным магнитным полем боковых электромагнитов (при соответствующем включении "концов" и "начал" обмоток катушек). Магнитное поле направлено вдоль вертикального радиуса, и синий луч перемещается в горизонтальном направлении. Красный и зеленый лучи пересекаются разностным магнитным полем, создаваемым боковыми и нижним электромагнитами. Так как система симметрична относительно вертикали, результирующее

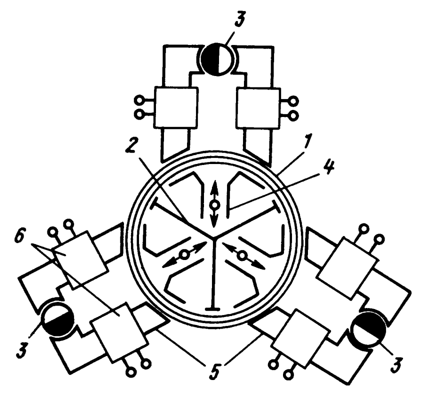


Рис. 17

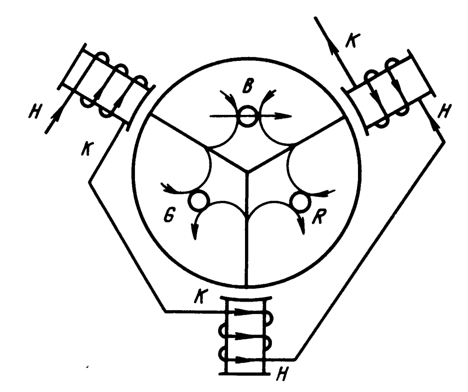


Рис. 19

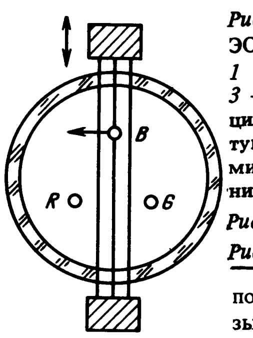


Рис. 18

Рис. 17. Схема регулятора сведения кинескопа с дельтообразной ЭОС и расположения электромагнитов динамического сведения: *1* – горловина кинескопа; *2* – внутренний магнитный экран; *3* – магниты статического сведения; *4* – полюсные наконечники цилиндра сведения; *5* – внешние полюсные наконечники; *6* – катушки динамического сведения по строкам и по кадрам (стрелками показаны направления перемещения лучей при вращении магнитов статического сведения)

Рис. 18. Схема смещения синего луча с помощью электромагнита

Рис. 19. Схема смещения синего луча с помощью электромагнитов

поле в области красного и зеленого лучей равно нулю и не оказывает влияния на их перемещение.

Три магнита статического сведения красного, зеленого и синего лучей, а также магнит смещения синего луча позволяют свести три луча в плоскости маски в центре экрана. Это сведение называется статическим, так как совмещает неотклоненные лучи.

Сведение трех лучей в процессе развертки оказывается более сложной задачей, чем статическое сведение. Три электронных луча отклоняются общей отклоняющей системой. Для того чтобы сведение лучей сохранялось в процессе развертки по всему полю экрана, надо, чтобы расстояние от "центра отклонения" лучей (в действительности центра отклонения лучей, как такового, не существует – есть зона отклонения лучей) до плоскости маски оставалось постоянным при всех углах отклонения. Однако в современных кинескопах с практически плоскими экранами и масками это условие не выполняется. При отклонении лучи будут сводиться (пересекаться) на поверхности воображаемой сферы с радиусом R, приблизительно равным расстоянию от центра отклонения лучей до маски по оси кинескопа (рис. 20). Однако радиусы кривизны экрана и маски гораздо больше радиуса этой сферы. Поэтому отклоненные от оси кинескопа и сведенные на поверхности упомянутой сферы лучи на некотором расстоянии от маски снова разойдутся и пройдут на экран не через одно отверстие, а через удаленные друг от друга отверстия и попадут на люминофорные точки различных триад.

При развертке по горизонтали красный R и зеленый G лучи смещаются выше горизонтальной линии, а синий – ниже (рис. 21). При развертке по вертикали красный луч оказывается правее, а зеленый – левее вертикальной линии. Для совмещения лучей в одной точке синий луч надо всегда смещать вверх, красный – влево и вниз под углом 30°, зеленый – вправо и вниз под углом 30°. Расхождение лучей в центре экрана меньше, чем на краях растра.

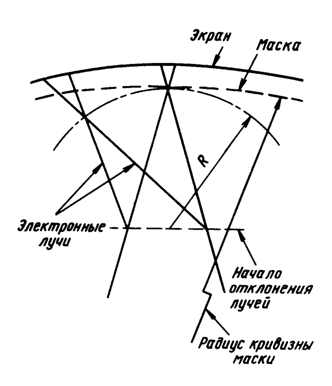


Рис. 20. Нарушение совмещения трех лучей по полю экрана при их отклонении

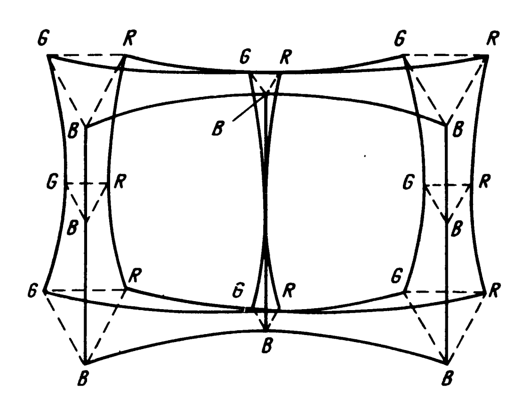


Рис. 21. Смещение лучей кинескопа при развертке

Исправление нарушений сведения лучей в процессе развертки осуществляется с помощью системы динамического сведения лучей.

Система динамического сведения лучей, так же как и система статистического сведения, перемещает каждый электронный луч в радиальном направлении (относительно оси кинескопа) так, как это указано выше. Поскольку расхождение лучей увеличивается по мере удаления от центра экрана, интенсивность магнитного поля, необходимая для сведения лучей в процессе развертки, должна также возрастать по мере отклонения луча от центра экрана. При этом интенсивность магнитного поля при движении луча вдоль строки должна изменяться с частотой строчной развертки, а при движении луча в вертикальном направлении – с частотой полей. Требуемые магнитные поля создаются электрическими токами параболической формы. Импульсы тока пропускаются через катушки динамического сведения лучей, которые расположены на трех ферритовых П-образных магнитопроводах. На каждом магнитопроводе размещаются две пары катушек – кадровые (с большим числом витков) и строчные (с малым числом витков). Импульсы тока формируются схемами динамического сведения.

Следует отметить, что отклоняющая система цветного масочного кинескопа – сложное устройство, изготовление которого требует высокой точности. Если это условие

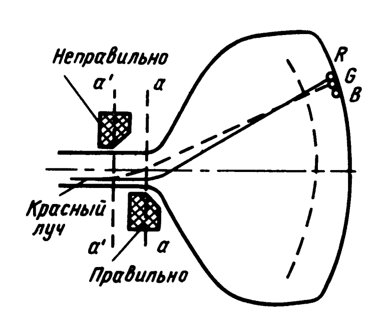


Рис. 22. Влияние положения отклоняющей системы на чистоту цвета

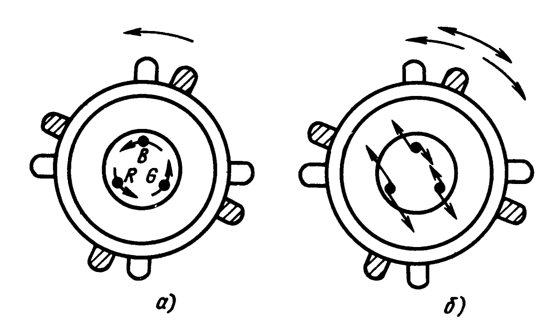


Рис. 23. Схема магнита чистоты цвета. Стрелками показаны направления смещения электронных лучей по отношению к оси кинескопа при вращении колец в одном (*а*) и в противоположных (*б*) направлениях

не выполняется, то система статического и динамического сведения не сможет осуществить качественное сведение лучей.

На чистоту цвета влияет точность установки отклоняющей системы. В случае неправильной установки отклоняющей системы (рис. 22) относительно точки отклонения луча, из которой экспонировался экран, красный луч попадает на зеленый люминофор, а зеленый – на синий. Для регулировки положения отклоняющей системы предусмотрена возможность ее перемещения по горловине кинескопа.

Чистота цвета зависит также от ориентации кинескопа относительно внешних магнитных полей, в частности магнитного поля Земли. Оно влияет на чистоту цвета так же, как неправильная установка отклоняющей системы. Поскольку магнитное поле Земли влияет практически одинаково на все лучи, они попадают полностью или частично на несоответствующие люминофорные точки. Компенсирующее поле создается с помощью магнита чистоты цвета (рис. 23), который состоит из двух диаметрально намагниченных колец, помещаемых на горловине кинескопа, либо непосредственно за магнитом радиального сведения лучей, либо позади магнита синего луча. Одна половина кольца имеет северный полюс, другая – южный. Кольца поворачиваются вместе или независимо друг от друга. Поворот обоих магнитов вокруг горловины сдвигает лучи вокруг оси. Раздвигая или сдвигая кольца, можно отклонять лучи в направлении, перпендикулярном направлению силовых линий.

При установке телевизора, а также после случайных воздействий сильных магнитных полей необходимо размагничивать маску кинескопа. Поле намагниченной маски (и других стальных деталей и узлов телевизора) отклоняет электронные лучи, проходящие через отверстие маски, и нарушает чистоту цвета. Этот эффект особенно заметно сказывается на однородности красного цвета. Размагничивание маски производится с помощью катушки в виде кольца большого диаметра, состоящего из нескольких витко провода, через который пропускают переменный ток от сети. Кольцо приближают к экрану кинескопа и удаляют от него, производя круговые движения; можно с помощью трансформатора увеличивать и уменьшать пропускаемый через кольцо ток.

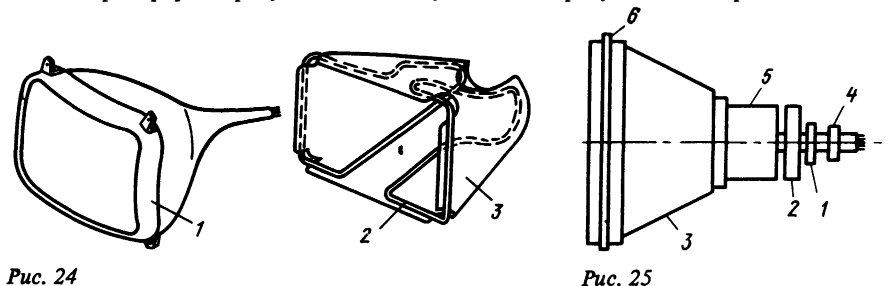


Рис. 24 *Рис. 25*

Рис. 24. Экранировка цветного кинескопа от внешних магнитных полей:

1 – крепежный обод (система взрывозащиты); *2* – петля размагничивания; *3* – экранирующий кожух

Рис. 25. Схема расположения органов магнитной регулировки масочного кинескопа с дельтаобразной ЭОС:

1 – магнит бокового смещения синего луча; *2* – регулятор сведения; *3* – экранирующий кожух; *4* – магнит чистоты цвета; *5* – отклоняющая система; *6* – петля размагничивания

Для устранения влияния внешних магнптных полей и магнитного поля Земли используются экранирующий кожух (рис. 24) и обод крепления вокруг экрана. Экранирующий кожух и обод изготовляют из стали с высокой магнитной проницаемостью. Они также должны быть размагничены. При установке телевизора в квартире при включении домашних электроприборов кожух и обод могут оказаться вновь намагничен-

ными. Поэтому размагничивание кожуха и обода производится автоматически с помощью петли размагничивания, помещенной между баллоном кинескопа и экранирующим кожухом (рис. 21). По этой петле при включении или выключении телевизора пропускается плавно затухающий ток. Петля размагничивания размагничивает также маску кинескопа. В схемах автоматического размагничивания используются нелинейные элементы (варисторы, терморезисторы), которые эффективно работают только в "холодном" телевизоре. Поэтому не рекомендуется производить повторное размагничивание кинескопа путем выключения и быстрого включения "горячего" телевизора.

Схема расположения органов магнитной регулировки масочного кинескопа с дельтаобразной ЭОС показана на рис. 25.

Кинескопы с дельтавидным расположением электронных прожекторов, несмотря на высокое качество изображения, имеют ряд недостатков, один из которых – сложность системы динамического сведения. В кинескопе с планарным расположением электронных прожекторов принципиально возможно сведение электронных лучей по всему полю экрана без использования внешних элементов динамического сведения. Это обеспечивается применением специально сконструированных отклоняющих систем.

Цветовой баланс. Суммарный цвет смеси основных цветов на экране кинескопа (цветовой баланс изображения) не должен изменяться при регулировке яркости и контрастности изображения. При воспроизведении черно-белого изображения цветность его должна быть одинакова на всех участках экрана при различных яркостях. Сохранение неизменной цветности однородного белого поля при изменении яркости в отсутствие видеосигнала называется статическим балансом белого. Сохранение неизменной цветности всех полос серой шкалы[1] при регулировке контрастности (положение ручки общей яркости неизменно) при подаче видеосигнала серой шкалы, а также сохранение цветности всех полос серой шкалы при регулировке яркости (положение общей ручки контрастности неизменно) называется динамическим балансом белого.

При нарушении статического баланса белого экран кинескопа оказывается "подкрашенным" каким-либо основным или дополнительным цветом, что очень заметно при приеме черно-белого изображения. Если есть избыток зеленого цвета изображения, оно смотрится как черно-белое через зеленый светофильтр. Если недостает синего цвета, изображение окрашивается в желтый цвет.

Нарушение динамического баланса белого вызывает окраску темных или светлых элементов черно-белого изображения и искажения цветовоспроизведения на светлых и темных участках изображения.

Цветовой баланс в центре экрана кинескопа определяется модуляционными характеристиками электронных прожекторов и люминофорами, а для всего экрана, кроме того, точностью установки однородности цветности каждого из основных цветов по всей площади экрана – чистотой цвета.

Модуляционные характеристики прожекторов цветных кинескопов и светоотдача люминофоров различного цвета свечения неодинаковы. Поэтому для достижения баланса белого в схемах телевизионных приемников предусмотрены элементы регулировки режимов работы электронных прожекторов с тем, чтобы обеспечить пропорциональность изменяющихся токов трех электронных лучей при воспроизведении изображений с различной яркостью. Обычно подбирают постоянные напряжения модуляторов прожекторов так, чтобы запирание трех лучей происходило одновременно в момент передачи уровня черного, а напряжения ускоряющих электродов устанавливаются так, чтобы крутизна модуляционных характеристик всех трех лучей была одинакова.

Сигнал яркости. Так как глаз человека острее чувствует изменения яркости, чем изменения цветности, в технике цветного телевидения стремятся поддерживать постоянную яркость изображения, допуская некоторые изменения цветности. Для этого в те-

---

[1] Сигнал серой шкалы образован десятью вертикальными полосами, яркость которых пропорционально возрастает к правому краю и двумя прямоугольниками с яркостью 15 и 100 % белой полосы.

левизионный приемник передается отдельный сигнал яркости, не содержащий информации о цветности передаваемого сюжета и содержащий информацию только о его яркости. Информацию о цветности передаваемого сюжета несет сигнал цветности, который не содержит информации о его яркости. Сигнал яркости рисует четкие контуры изображения. "Раскрашивание" этого изображения осуществляется сигналами цветности. В тракте цветной телевизионной передачи сигнал яркости является сигналом черно-белого изображения.

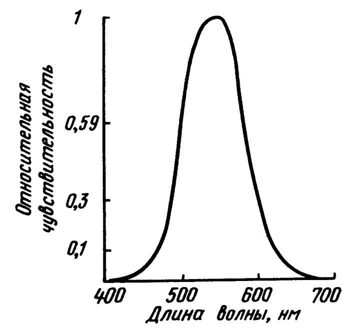


Рис. 26. Зависимость относительной чувствительности глаза от длины волны светового потока.

Глаз человека неодинаково ощущает интенсивность светового излучения с различной длиной волны. На рис. 26 показана зависимость относительной чувствительности глаза от длины волны светового потока. При одинаковых энергиях излучения первичных цветов (красного, зеленого и синего) они по разному ощущаются глазом, т. е. имеют разную яркость. Чувствительности глаза к красному, зеленому и синему цветам относятся как 0,3 : 0,59 : 0,11. Поэтому для получения белого цвета свечения экрана масочного кинескопа необходимо обеспечить определенное соотношение яркостей свечения люминофоров первичных цветов. Если бы люминофоры с различным цветом свечения имели одинаковую эффективность для глаза, то токи лучей кинескопа были бы примерно одинаковыми. Однако эффективность люминофоров различна, и поэтому для получения белого цвета свечения приходится устанавливать разные токи луча для каждого прожектора. Соотношения между токами прожекторов для каждого кинескопа (при различных люминофорах) приводятся в справочных данных.

Помимо сигнала яркости в цветном телевидении используются так называемые цветоразностные сигналы, представляющие собой результат вычитания сигнала яркости из соответствующего сигнала основного цвета. Для модуляции токов лучей кинескопа сигнал яркости подают на катод кинескопа, а цветоразностные сигналы – на модуляторы. В случае приема черно-белого изображения цветоразностные сигналы на модуляторах кинескопа отсутствуют и модуляция лучей кинескопа осуществляется яркостным сигналом, подаваемым на его катоды.

Метод модуляции токов лучей кинескопа с использованием цветоразностных сигналов с основном применяется в ламповых и лампово-полупроводниковых телевизорах. В современных телевизионных приемниках с применением интегральных микросхем используется способ модуляции токов лучей кинескопа сигналами основных цветов. Модуляторы предназначаются для подбора требуемого режима работы кинескопа по постоянному току и для гашения обратного хода лучей. В этом случае облегчаются условия эксплуатации транзисторов выходных видеоусилителей: оказывается возможным уменьшить пиковые и средние значения напряжений коллекторов транзисторов и рассеиваемые ими мощности.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КИНЕСКОПОВ

Долговечность и надежность. Важнейшим эксплуатационным параметром кинескопа является долговечность. Долговечностью кинескопа называется свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, при котором дальнейшая эксплуатация кинескопа должна быть прекращена из-за неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы.

Испытания кинескопов на долговечность проводятся в стандартных рабочих режи-

мах на заводах-изготовителях, для чего из текущей продукции отбирается определенное количество кинескопов. Для оценки их качества при испытаниях на долговечность устанавливаются параметры – критерии долговечности, например яркость, разрешающая способность, динамический баланс белого и нормы на их значения. Кинескоп считается годным, если в течение испытаний на долговечность значения параметров – критериев долговечности не выходят за пределы установленных норм. Например, если в начале испытаний на долговечность яркость свечения экрана кинескопа составляет 150 кд/м², то в конце испытаний она должна быть не менее 130 кд/м². Следует особо подчеркнуть, что нормы на параметры – критерии долговечности являются условными величинами. Так, кинескоп с яркостью 129 кд/м² (меньше 130 кд/м² в рассматриваемом примере) считается вышедшим из сторя. Однако для телезрителя такой кинескоп будет вполне работоспособным, так как повернув ручку регулировки яркости (и изменив тем самым напряжение модулятора), он может получить яркость более 130 кд/м². Но при испытаниях на долговечность на заводах яркость измеряют при постоянных значениях тока луча. Поэтому фактическая долговечность всегда значительно превышает указываемую в справочниках. Так, если указано, что долговечность не менее 3500 ч, то фактически кинескоп сохраняет работоспособность в течение 7000–10 000 ч.

Отказы кинескопов, как и других электронных приборов, принято разделять на две группы: внезапные отказы, характеризующиеся скачкообразным изменением (ухудшением) одного или нескольких заданных параметров кинескопа, постепенные отказы – характеризующиеся постепенным изменением (ухудшением) одного или нескольких заданных параметров кинескопа. При внезапном отказе кинескоп полностью теряет работоспособность. В большинстве случаев причинами внезапных отказов являются обрывы или перегорания подогревателей, пробой изоляции между катодом и подогревателем, трещины стекла и т. д. Постепенное ухудшение параметров обусловлено потерей эмиссии катода, ростом утечек между электродами, ухудшением вакуума за счет появления микротрещин и газовыделения из элементов кинескопа внутрь его объема.

Как правило, телезритель постепенного ухудшения параметров кинескопа не замечает. Это связано с тем, что наиболее распространенным видом отказа кинескопа является уменьшение яркости свечения экрана, вызванное падением тока луча. В свою очередь, ток луча уменьшается по мере ухудшения эмиссии катода. Вместе с тем, телезритель имеет возможность повысить яркость свечения экрана, изменяя положение регулятора яркости.

Интенсивность внезапных отказов кинескопов относительно велика в начальный период их работы, в основном в первые часы. Чтобы избавить телезрителя от неприятностей, связанных с такими отказами, заводы-изготовители проводят длительную выдержку кинескопов, после чего их повторно проверяют.

После 50–150 ч работы интенсивность отказов резко падает. Она возрастает снова через 7000–10 000 ч работы, когда кинескоп неизбежно стареет, например, за счет потери эмиссии катода. Таким образом, во время эксплуатации кинескопов соотношение между интенсивностью внезапных и постепенных отказов не остается постоянным. В первые часы работы интенсивность внезапных отказов превышает интенсивность постепенных отказов. С увеличением количества наработанных часов интенсивность внезапных отказов падает. Последнее обстоятельство весьма существенно для практики в том смысле, что чем дольше работает кинескоп, тем более надежным он становится и без крайней необходимости не следует стремиться его заменять, например, немедленно после истечения срока гарантийной наработки.

Испытания на долговечность и определение надежности занимает много времени. Поэтому современные кинескопы подвергаются испытанию на безотказность (выборочно, например, в течение 500 ч). При этих испытаниях кинескопы должны непрерывно сохранять работоспособность.

Влияние режимов эксплуатации на работоспособность кинескопов. Работоспособность

кинескопов в значительной мере определяется режимами его эксплуатации. Электрические режимы работы определяют интенсивность химических и физических процессов, протекающих в кинескопе и обусловливающих характер и скорость изменения электрических параметров кинескопа.

Естественно, что в процессе длительной эксплуатации кинескопа его параметры ухудшаются: падает яркость, разрешающая способность, контраст и т.д. Однако с ухудшением некоторых параметров телезритель "мирится" (например, с ухудшением разрешающей способности), а иногда и не замечает его: например, ручкой регулировки яркости он устанавливает вполне приемлемую для себя яркость, хотя в это время может падать ток луча вследствие ухудшения эмиссионной способности катода. Но есть несколько явлений, приводящих к полной потере работоспособности кинескопа. Наиболее существенным из них является резкое ухудшение или полная потеря эмиссионной способности катода.

Эмиссионная способность катода (при прочих равных условиях) определяется температурным режимом работы катода, который, в свою очередь, практически полностью определяется напряжением накала. В кинескопах используются оксидные катоды, в которых источником электронов является эмиссионное покрытие, нанесенное на никелевый колпачок – керн катода, внутри которого помещен подогреватель. Эмиссионное покрытие состоит из окислов щелочноземельных металлов и частично самих металлов (барий, стронций, кальций), нагретых до высокой температуры. Катоды проектируют и изготовляют так, чтобы при номинальном напряжении накала эмиссионный слой был нагрет до 800–850° С. Отклонения напряжения накала от номинального приводят к снижению эмиссионной активности катода, к уменьшению тока катода и тока луча.

Повышение напряжения накала увеличивает скорость испарения веществ, составляющих эмиссионное покрытие, в том числе металлического бария и даже материала керна, что снижает эмиссионную активность катода. Скорость испарения материала эмиссионного слоя пропорциональна одиннадцатой степени отношения повышенного напряжения накала к номинальному. Скорость испарения материала керна катода относительно невелика, но тем не менее существенно влияет на работоспособность катода (при повышенных напряжениях накала). Поэтому даже небольшое отклонение напряжения накала от номинального ухудшает работоспособность и долговечность кинескопа.

Повышение напряжения накала опасно не только с точки зрения ухудшения эмиссионной способности катода. Испаряющиеся с катода вещества могут осаждаться на изоляторах электронно-оптической системы кинескопа, что способствует возникновению утечек и даже пробоев между электродами. Кроме того, повышение напряжения накала равноценно повышению температуры подогревателя, что увеличивает вероятность перегорания подогревателя и ухудшает изоляцию между катодом и подогревателем.

Практически нельзя считать допустимым даже кратковременное повышение напряжения накала более чем на 5–10 % по отношению к номинальному значению.

При понижении напряжения накала (температуры катода) происходит так называемое "отравление" катода, интенсивность этого процесса тем выше, чем ниже напряжение накала. Отравление катода обусловлено тем, что вакуум в баллоне кинескопа никогда не бывает идеальным – всегда в баллоне имеются "остаточные" газы. Они взаимодействуют с чистыми металлами и окислами, содержащимися в эмиссионном покрытии, и снижают эмиссионную активность катода.

Эксплуатация кинескопов при пониженном напряжении накала не менее, а в ряде случаев и более опасна, чем при повышенном.

Предельным случаем работы кинескопа при пониженной температуре катода является режим включения кинескопа, когда катод еще не нагрет, а высокие напряжения уже поданы. Такая ситуация может иметь место в телевизионных приемниках, собранных на полупроводниковых приборах и интегральных микросхемах. Такой режим может отрицательно повлиять на работоспособность кинескопа, так как сопротивление ненагретого оксидного покрытия очень велико и электростатические поля, обус-

ловленные высокими напряжениями, могут вызвать искрение катода, пробой в кинескопе, уменьшить эмиссионную способность катода и даже привести к отрыву части оксидного покрытия от керна катода. Поэтому целесообразно строить схему телевизионного приемника так, чтобы высокие напряжения подавались с некоторой задержкой (несколько секунд), когда катод уже прогрет. Подобная задержка автоматически осуществляется в ламповом телевизоре, в котором лампы генератора строчной развертки разогреваются гораздо медленнее, чем катод кинескопа. Соответственно высокое напряжение появляется тогда, когда катод кинескопа заведомо разогрет.

Известную опасность для работоспособности кинескопа представляет собой режим его выключения. Если высокое напряжение еще не отключено, то остывающий катод, в частности, подвергается бомбардировке тяжелыми ионами остаточных газов, что приводит к физическому разрушению эмиссионного слоя. При выключении телевизора желательно обеспечить снятие высокого напряжения или хотя бы запирание электронного луча подачей соответствующего напряжения на модулятор на время остывания катода.

Ток катода кинескопа не должен превышать некоторое предельное значение, указываемое в справочных данных. В противном случае эмиссионная активность катодов падает.

Под воздействием электронной бомбардировки происходит старение люминофора, выражающееся в снижении его светоотдачи. И с этой точки зрения эксплуатация кинескопа при больших токах катода (луча) нежелательна.

Ограничивать ток катода необходимо также во избежание перегрева маски, в результате которого нарушается чистота цветов и, следовательно, ухудшается качество изображения.

Уменьшение тока катода, обусловленное понижением его эмиссионной активности, приводит к уменьшению крутизны модуляционной характеристики кинескопа. Она становится более пологой, т. е. одному и тому же приращению напряжения модулятора соответствуют все меньшие приращения тока луча. Это означает, что модуляция увеличивается, в результате ухудшается контраст изображения. Для многих современных кинескопов величина модуляции является критерием долговечности. При слишком интенсивном токоотборе с катода модуляционная характеристика может стать не только более пологой, но и изменить свою форму. В области напряжений модулятора, близких к нулю, крутизна модуляционной характеристики может стать даже отрицательной. При этом уменьшение отрицательного напряжения модулятора приводит к уменьшению тока катода, так как эмиссионные возможности катода исчерпаны. Такое явление встречается очень редко, в основном у кинескопов, проработавших несколько тысяч часов. Внешне оно проявляется в виде "негативного" изображения, т. е. те места, которые должны быть наиболее светлыми, оказываются, наоборот, темными.

Не только напряжение накала, но и напряжения других электродов не должны превышать предельно допустимые значения, указываемые в справочниках. В общем случае повышение напряжений на электродах приводит к росту токов утечек между электродами, что отрицательно сказывается на работоспособности кинескопов.

В процессе эксплуатации кинескопов наиболее заметно растут токи утечки между катодом и подогревателем. Подогреватель изолирован от катода окисью алюминия (алундом), которая при низких температурах представляет собой хороший диэлектрик. Однако при нагреве подогревателя (его рабочая температура достигает 1100–1300°С) изоляционные свойства алунда несколько ухудшаются.

При наличии напряжения между катодом и подогревателем напряженность поля в зазоре между керном катода и алундовым покрытием может достигать 8–10 кВ/см, что ухудшает условия работы покрытия и повышает вероятность пробоя изоляции.

Интенсивность процессов, нарушающих изоляционные свойства алунда, возрастает с повышением напряжения накала и напряжения между катодом и подогревателем.

Существует зависимость пробивного напряжения алундового покрытия от поляр-

ности напряжения между катодом и подогревателем. Пробивные напряжения изоляции при отрицательных потенциалах катода ниже, чем при положительных. Различие в значениях пробивных напряжений обусловлено характером контакта алунда с подогревателем и керном катода. С подогревателем алунд спекается во время обжига, и контакт получается надежным, а с керном катода алундовое покрытие соприкасается в отдельных точках. Поэтому в справочных данных для положительной полярности подогревателя относительно катода указываются меньшие напряжения, чем для отрицательной.

Токи утечки между катодом и подогревателем нестабильны во времени и в процессе эксплуатации могут изменяться в несколько раз (преимущественно в сторону увеличения, но они могут и уменьшаться). Обычно, когда между катодом и подогревателем существует разность потенциалов 100–200 В, токи утечки составляют несколько микроампер.

Неприятным обстоятельством является возникновение тока утечки между катодом и модулятором. Основной причиной появления этой утечки является напыление ничтожного количества вещества, составляющего эмиссионно-активное покрытие катода, на изолятор катода и внутреннюю поверхность модулятора. Возникающие вследствие напыления паразитные проводимости шунтируют цепь катод–модулятор, создавая дополнительную нагрузку видеоусилителя. Как правило, эти утечки невелики и не превышают единиц микроампер. Все же, чтобы уменьшить их вредное влияние, не рекомендуется выбирать сопротивление, подключаемое параллельно цепи катод–модулятор, слишком большим. Для большинства кинескопов это сопротивление не должно превышать 1,5 МОм. Очевидно, что чем меньше это сопротивление, тем меньше сказывается шунтирующее действие утечки в рассматриваемой цепи.

Напряжения электродов и соответственно напряженности поля между отдельными электродами цветных кинескопов велики, что способствует возникновению пробоев. Причинами пробоев могут быть точки утечки между электродами, острия микроскопических размеров на поверхностях электродов, недостаточно высокий вакуум, посторонние частицы на изоляторах и электродах, разряд емкости, образованной токоведущими проводами, отклоняющими катушками и внутренним проводящим покрытием баллона кинескопа. При некоторых условиях токи утечки между отдельными электродами могут быстро возрастать, вызывая пробой. Острия при высоких напряженностях поля способны эмиттировать электроны, которые при недостаточно высоком вакууме инициируют пробой–разряд между электродами. Посторонние частицы в зависимости от их природы и местонахождения могут служить либо источниками электронов (подобно остриям), либо понижать сопротивление изоляции диэлектриков (вызывая утечки).

В подавляющем большинстве случаев пробои не приводят к выходу кинескопа из строя. Например, острие или посторонняя частица, вызвав разряд, сгорают, и пробой прекращается.

Для предотвращения возникновения разрядов электроды электронно-оптической системы кинескопа тщательно полируют. Края электродов, между которыми существует высокая разность потенциалов, делают закругленными, они заметно отогнуты от оси электронно-оптической системы. Технологический процесс изготовления кинескопов включает в себя операцию прожига. При этом на электроды кинескопа подают повышенные (по сравнению с рабочими) напряжения, в результате чего оставшиеся после полировки микроскопические острия и посторонние частицы сгорают.

Цветные и черно-белые кинескопы подвергаются испытанию на пробой. При этом на электроды подают повышенные напряжения, обычно равные предельно допустимым в эксплуатации. В таком режиме кинескоп выдерживается в течение достаточно длительного промежутка времени, например в течение часа. Критерием годности является ограниченное число пробоев в начале испытания, например один пробой и отсутствие пробоев на заключительном этапе испытаний.

Тем не менее в процессе эксплуатации кинескопа по ряду причин (например, за счет некоторого ухудшения вакуума) пробои могут возникать. Поэтому для защиты

кинескопа от повреждения в цепях всех электродов, кроме цепи подогревателя, в непосредственной близости от выводов электродов устанавливаются разрядники. Пробивные напряжения разрядников выбираются практически равными предельно допустимым напряжениям для соответствующих электродов. Электроды разрядников, подлежащие соединению с шасси, соединяются между собой и с внешним проводящим покрытием конуса кинескопа по возможности короткими проводниками, имеющими большое поперечное сечение. При этом внешнее проводящее покрытие никаких других соединений с шасси иметь не должно.

Следует ограничивать мощность источников питания анода, фокусирующего электрода так, чтобы ток короткого замыкания не превышал определенной величины. Например, для кинескопов 61ЛК3Ц, 32ЛК1Ц-1 этот ток должен быть не более 20 мА. Также ограничивается мощность источников питания других электродов и любых цепей, связанных с подогревателем. Для упомянутых кинескопов в случае замыкания подогревателя с шасси ток не должен превышать 750 мкА.

Для телевизоров, шасси которых находится под напряжением, рекомендуется взрывозащитный бандаж соединять с внешним проводящим покрытием кинескопа резистором с сопротивлением 2–5 МОм и параллельно подключать конденсатор емкостью 3–5 пФ.

Цепи регулировки напряжений ускоряющих электродов кинескопа в некоторых случаях могут оказаться источником энергии, способной повредить кинескоп. Для обеспечения надежной работы телевизионного приемника сопротивление цепей ускоряющих электродов во время пробоя должно быть не менее 1 кОм по отношению к любому источнику высокого напряжения. Для этого последовательно с выводом каждого ускоряющего электрода кинескопа следует включать резистор сопротивлением 1 кОм. Рекомендуется включать резисторы сопротивлением 1 кОм между потенциометрами, регулирующими напряжения ускоряющих электродов, и источниками питания ускоряющих электродов.

Неизолированные проводники и элементы схемы телевизора, непосредственно соединенные с подогревателями катодов кинескопов, не должны располагаться ближе чем на расстоянии 6 мм от других схемных соединений, шасси и источников постоянных и переменных напряжений. Неизолированные проводники и элементы, непосредственно соединенные с другими выводами кинескопа, следует располагать на расстоянии не менее 6 мм, от всех других схемных соединений, в том числе источников переменного и постоянного напряжения (исключая шасси телевизора).

У современных кинескопов роль штырьков цоколей выполняют жесткие выводы ножек. Высокое качество спаев штырьков со стеклом ножки гарантирует сохранение высокого вакуума в кинескопе, необходимого для обеспечения его работоспособности. Но при неаккуратном обращении с кинескопом можно погнуть штырьки. При попытке выпрямить их можно нарушить качество спая металла со стеклом. Могут возникнуть микротрещины. Вакуум в кинескопе постепенно (может быть, за сотни часов) ухудшится, и кинескоп выйдет из строя. Поэтому кинескоп следует переносить и устанавливать в телевизор только с защитным колпачком на штырьках.

Плату с панелью кинескопа жестко крепить не следует. Соединительные провода панели должны допускать ее свободное перемещение и не оказывать большого давления на штырьки ножки кинескопа, чтобы их не погнуть.

Во всех случаях обращения с кинескопом запрещается брать кинескоп за горловину, а также ставить его экраном вниз на твердую поверхность.

С тем чтобы не повредить кинескоп в процессе регулировки источников высокого напряжения, следует проводить предварительную регулировку этих источников без кинескопа.

При установке цветного телевизора в комнате необходимо учитывать ряд обстоятельств. Расстояние от зрителя до экрана кинескопа должно быть не меньше четырех высот экрана. Окна и лампы не должны засвечивать экран кинескопа, чтобы не снижать

контраст изображения и насыщенность цветов. Необходимо по возможности ослабить воздействие внешних магнитных полей на кинескоп. Для этого телевизор не рекомендуется устанавливать вблизи радиаторов, труб отопительной системы, бытовых электроприборов (вентиляторов, пылесосов, электрополотеров, автотрансформаторов, стабилизаторов напряжения и т.д.). Рекомендуется размагничивать железные предметы, находящиеся вблизи телевизора; к сожалению, эта операция практически неосуществима.

Можно считать закономерным, что при длительной эксплуатации кинескопа основные параметры изменяются так, как указано в таблице.

Таблица

Параметр	Характер изменения
Ток накала	Возрастает
Ток катода	Уменьшается
Ток луча	Уменьшается
Ток утечки катод–подогреватель	Возрастает, но иногда может уменьшаться
Ток утечки катод–модулятор	Возрастает
Токи утечки между электродами	Возрастают
Модуляция	Возрастает
Яркость	Уменьшается
Контраст	Уменьшается
Разрешающая способность	Уменьшается

Превышение любого предельно допустимого параметра ведет к ухудшению работоспособности кинескопа. Тем более недопустимо превышать два или более предельно допустимых параметра. Интенсивность отказов кинескопов возрастает не пропорционально степени интенсификации режима. Можно привести такой пример. Повышение напряжения накала на 10 % приведет к увеличению интенсивности отказов вдвое, если все остальные режимы в норме. Увеличение тока луча по сравнению с номинальным при прочих нормальных условиях повышает интенсивность отказов также в 2 раза. Однако если напряжение накала и ток луча повышаются одновременно, то интенсивность отказов возрастает не в 4, а в 6–8 раз.

Наиболее опасными сочетаниями предельно допустимых режимов (с точки зрения ухудшения надежности кинескопов) являются:

повышенные напряжение накала и ток катода;

пониженные напряжение накала и ток катода;

повышенные напряжение накала и напряжение между катодом и подогревателем (потенциал подогревателя положителен относительно катода);

повышенные напряжение накала и напряжения на электродах;

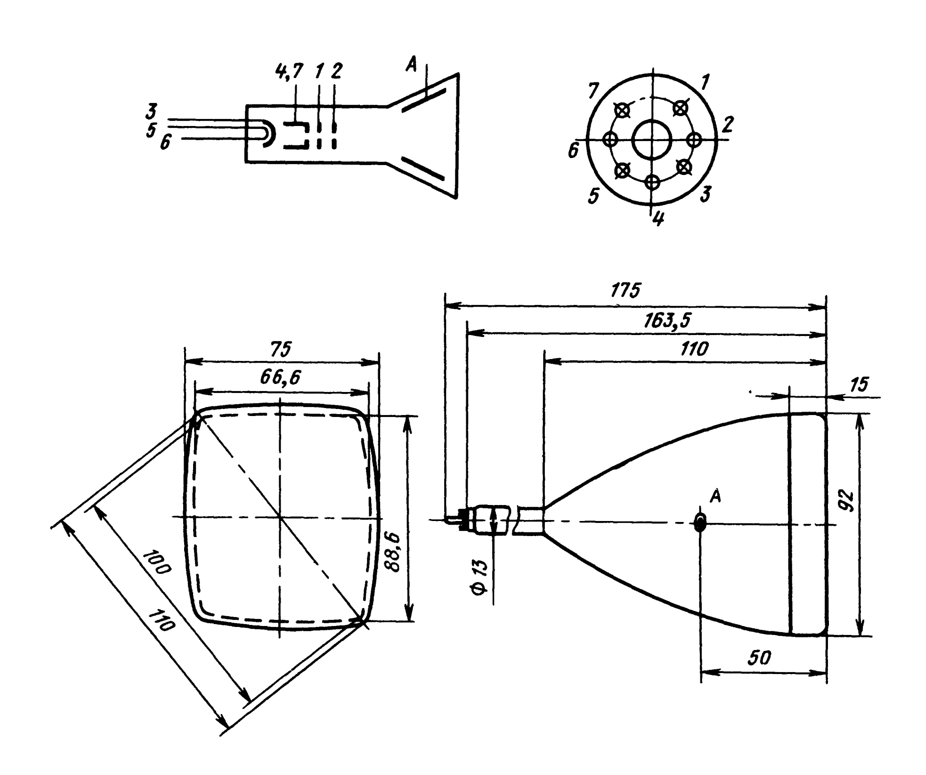
повышенные напряжение накала и сопротивление в цепи модулятора.

Из сказанного ни в коем случае нельзя делать вывод о том, что кинескоп следует эксплуатировать в неких облегченных, "тепличных" условиях и что такие условия будут способствовать повышению надежности работы кинескопа. Наоборот, известно, что в процессе хранения кинескопа, когда он не работает вообще, параметры кинескопа могут заметно ухудшаться. Оказывается, что в этом случае "выключается" ряд физических процессов, поддерживающих кинескоп в работоспособном состоянии. Кинескоп должен эксплуатироваться в номинальных режимах, которые установлены на основе огромного опыта разработки и эксплуатации электронных приборов. Эти режимы в наибольшей степени способны поддерживать кинескоп в работоспособном состоянии.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ КИНЕСКОПОВ

11ЛК1Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.



Общие данные

Угол отклонения луча – 55°.

Выводы электродов: *1* – ускоряющий электрод; *2* – фокусирующий электрод; *3* – катод; *5, 6* – подогреватель; *7* – модулятор; *А* – анод (боковой вывод).

Размер изображения на экране – 66×84 мм.

Масса – 0,3 кг.

Основные параметры

при $U_{н}$ = 1,35 В; $U_{а}$ = 9 кВ; $U_{уск.эл}$ = 300 В; $U_{фок.эл}$ = 0–500 В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении – 130 В относительно катода), мкА. . .	–	75
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–35	–15

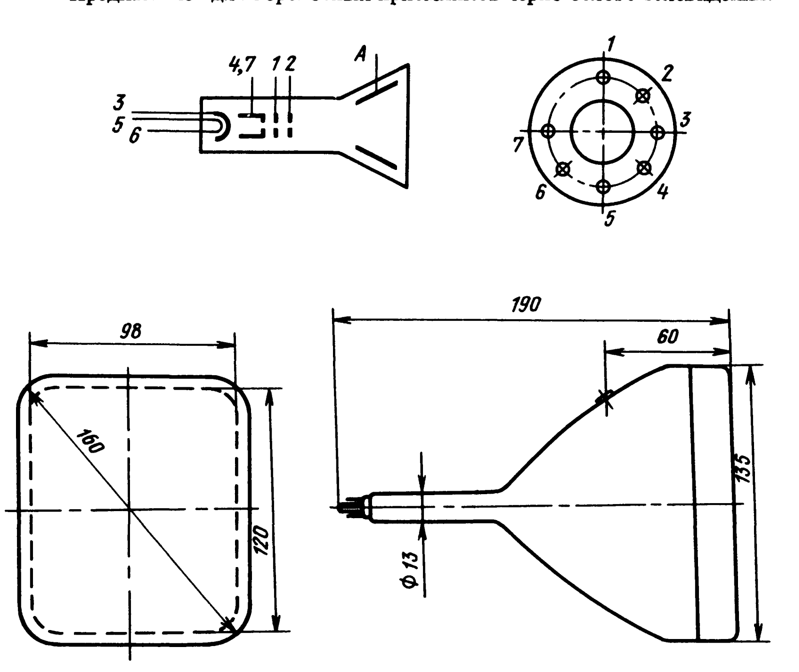
Напряжение модуляции, В	–	15
Яркость свечения экрана, кд/м²	260	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	550	–
по углам	450	–
Контраст	150	–
Долговечность, ч	1000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	200	–
напряжение модуляции, В	18	–

Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	1,21	1,5
Напряжение анода (постоянное), В	7000	11 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	0	600
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	400
Напряжение модулятора (постоянное), В	–50	0
Ток анода (катода), мкА	–	45

16ЛК1Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.



Общие данные

Угол отклонения луча – 70°.

Выводы электродов: *1* – ускоряющий электрод; *2* – фокусирующий электрод; *3* – катод; *4*, *7* – модулятор; *5*, *6* – подогреватель; *А* – анод (боковой вывод).

Размер изображения на экране – 98×120 мм.

Масса – 0,5 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 1,35 В; $U_а$ = 9 кВ; $U_{уск.\,эл}$ = 300 В; $U_{фок.эл}$ = 0–450 В

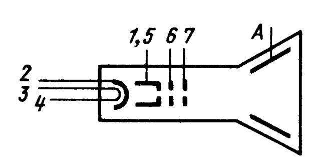
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –120 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–40	–10
Напряжение модуляции, В	–	15
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст	100	–
Долговечность, ч	1500	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	–
напряжение модуляции, В	–	20

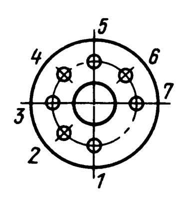
Предельные эксплуатационные данные

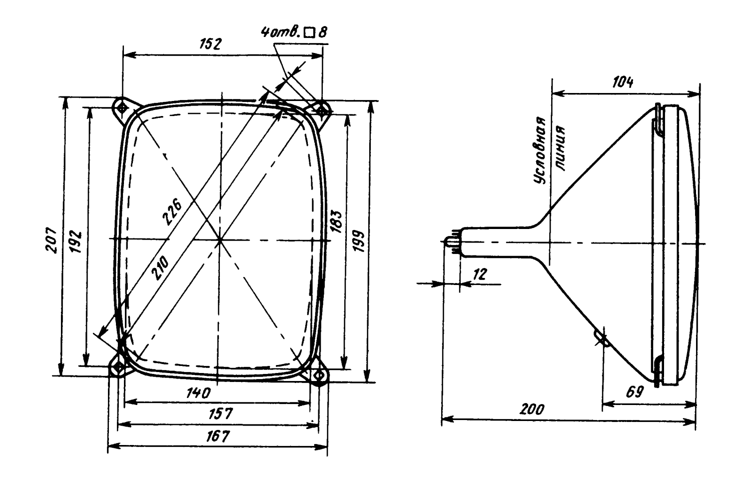
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	1,21	1,5
Напряжение анода (постоянное), В	7000	11 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	0	600
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	400
Напряжение модулятора (постоянное), В	–50	0
Ток анода (катода), мкА	–	60

23ЛК13Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.







Общие данные

Угол отклонения луча – 90°.

Выводы электродов: *1,5* – модулятор; *2* – катод; *3, 4* – подогреватель; *6* – ускоряющий электрод; *7* – фокусирующий электрод; *А* – анод (боковой вывод).

Размер изображения на экране – 135×180 мм.

Масса – 1,2 кг.

Основные параметры

при $U_н = 12$ В; $U_а = 11$ кВ; $U_{уск.эл} = 100$ В; $U_{фок.эл} = 0–300$ В:

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,058	0,073
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –120 В относительно катода), мкА	–	75
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В оносительно катода), мкА	–	5
Напряжение модуляции[1], В	–	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	225	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	600	–
Контраст	150	–
Долговечность, ч	2000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	175	–
напряжение модуляции, В	–	12

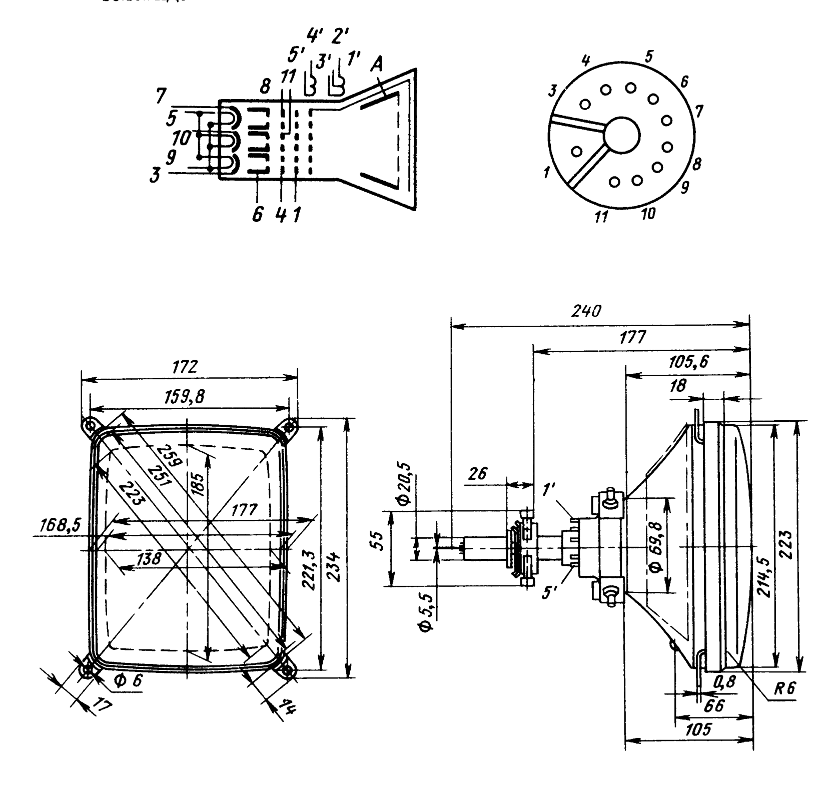
[1] Номинальное значение напряжения запирания 45 В.

Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	10,8	13,2
Напряжение анода (постоянное), В	9000	13 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−100	500
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	80	140
Напряжение модулятора (постоянное), В	−100	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1
Ток анода (катода), мкА	–	150

25ЛК2Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.



Общие данные

Фокусировка лучей – электростатическая.

Откл онение лучей – магнитное.

Угол отклонения лучей – 90°.

Сведение лучей – магнитное.

Размер изображения на экране – 138×185 мм.

Разрешающая способность в линиях: в белом и в основных цветах – не менее 300.

Выводы электродов: *1* – фокусирующий электрод; *5, 9* – подогреватель, *6* – модулятор, *А* – анод (боковой вывод).
Красный прожектор: *7* – катод; *8* – ускоряющий электрод.
Зеленый прожектор: *10* – катод; *11* – ускоряющий электрод.
Синий прожектор: *3* – катод; *4* – ускоряющий электрод.
Оформление – стеклянное, бесцокольное.
Исполнение – взрывобезопасное.
Масса – 2,5 кг.

Основные параметры

при $U_{н}$ = 12,6 В; $U_{а}$ = 16 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ – соответствующем наилучшей фокусировке 1,8 – 2,8 кВ

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Ток накала, А	0,17	0,2	0,22
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	35	–	70
Разброс напряжений запирания для трех прожекторов ЭОС, В	–	–	15
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –150 В относительно катода), мкА	–	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении катода 100 В относительно модулятора), мкА	–	–	5
Яркость экрана в белом, кд/м²	–	200	–
Неравномерность яркости в белом, %	–	–	50
Координаты цветности основных цветов в системе МКО:			
красный цвет *x*	0,61	0,64	–
красный цвет *y*	–	0,33	0,35
зеленый цвет *x*	0,27	0,29	0,31
зеленый цвет *y*	0,57	0,60	–
синий цвет *x*	–	0,15	0,17
синий цвет *y*	–	0,06	0,08
Величина γ (катодная модуляция)	2,6	2,8	3,3
Напряжение модуляции, В	–	–	40
Емкость между наружным покрытием и вторым анодом, пФ	200	–	–
Отношение тока красного прожектора к току зеленого прожектора	0,8	–	2,1
Отношение тока красного прожектора к току синего прожектора	1,0	–	2,5
Контраст в крупных деталях на белом поле	60	–	–
Время готовности, мин	–	–	1
Долговечность, ч	3000	–	–
Критерии долговечности:			
яркость экрана в белом, кд/м²	165	–	–
напряжение модуляции, В	–	–	45

разрешающая способность в белом и в основных цветах	250	–	–

Примечание. Напряжения на электродах указаны по отношению к модулятору.

Электрические параметры отклоняющей системы

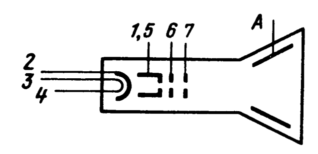
	Не менее	Номинальное значение	Не более
Пиковая удельная энергия отклонения строчных отклоняющих катушек, мкДж/кВ	–	–	75
Чувствительность кадровых отклоняющих катушек, А	–	–	1,2
Сопротивление строчных отклоняющих катушек постоянному току, Ом	–	–	0,65
Сопротивление кадровых отклоняющих катушек постоянному току, Ом	13,1	14,5	15,9
Индуктивность строчных отклоняющих катушек, мкГн	266	280	294
Индуктивность кадровых отклоняющих катушек, мГн	–	–	12
Коэффициент связи между строчными и кадровыми отклоняющими катушками, %	–	–	2,5

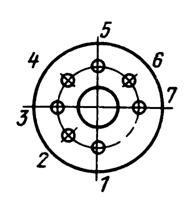
Предельные эксплуатационные данные

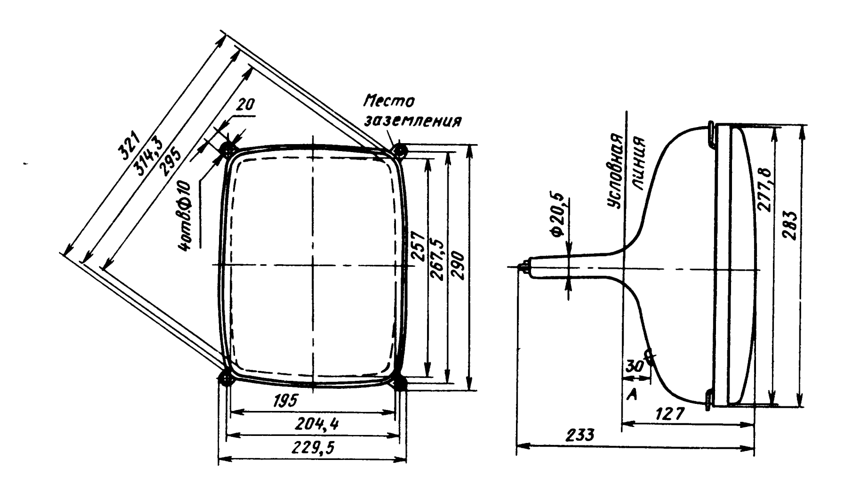
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	11,34	13,86
Напряжение анода (постоянное), В	14 400	17 600
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В.	1500	3000
Напряжение ускоряющих электродов (постоянное), В.	200	550
Напряжение катода по отношению к модулятору, В. . .	0	100
Среднее значение тока анода (катода), мкА.	–	500

31ЛК3Б

Предназначен для переносных приемников черно-белого телевидения.







Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 5* – модулятор; *2* – катод; *3,4* – подогреватель; *6* – ускор ющий электрод; *7* – фокусирующий электрод; *A* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 196Х257 мм.

Масса – 2,8 кг.

Основные параметры

при $U_н = 12$ В; $U_а = 11$ кВ; $U_{уск.эл} = 250$ В; $U_{фок.эл} = 0–350$ В

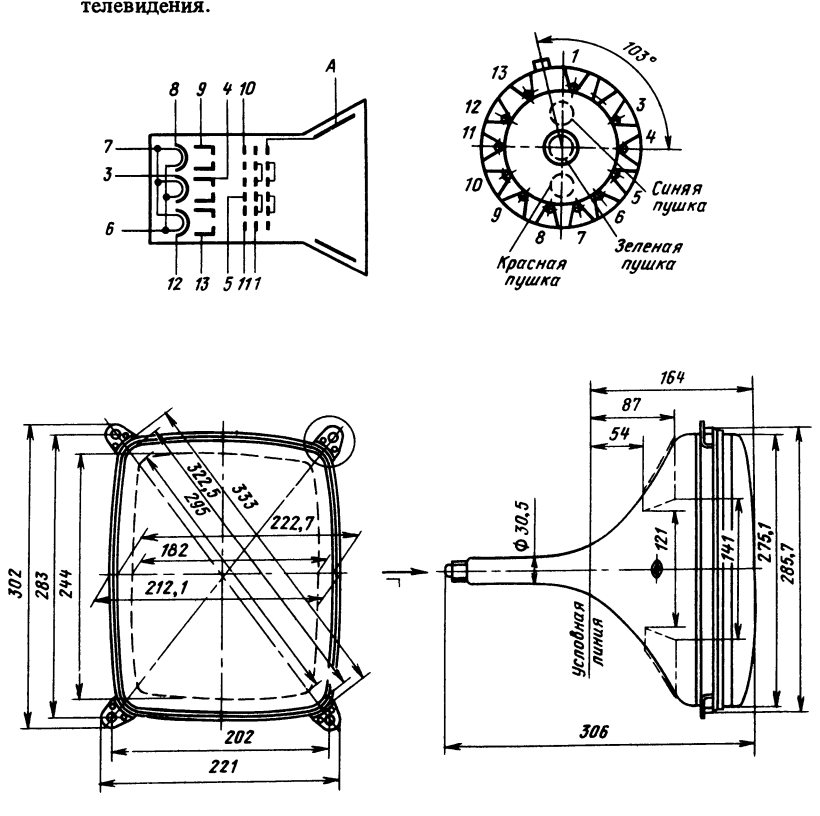
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,058	0,073
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 140 В относительно катода), мкА	–	75
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–60	
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	–
Напряжение модуляции, В	–	35
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст	150	–
Долговечность, ч	2000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	120	–
напряжение модуляции, В	–	45

Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	10,8	13,2
Напряжение анода (постоянное), В	9000	13 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−50	500
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В .	200	350
Напряжение модулятора (постоянное), В	−120	0
Наибольшее сопротивление в цепи модулятора, МОм . .	–	1,5
Ток анода (катода), мкА	–	300

32ЛК1Ц-1

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.



Общие данные

Фокусировка лучей – электростатическая.

Отклонение лучей – магнитное.

Угол отклонения лучей – 90°.

Сведение лучей – магнитное.

Разрешающая способность в линиях:

в центре в белом по вертикальному клину – не менее 300;

в центре в белом по горизонтальному клину – не менее 350;

по углам на красном, зеленом и синем поле – не менее 300.

Выводы электродов: *1* – фокусирующий электрод; *6,7* – подогреватель; *А* – анод (боковой вывод).

Красный прожектор: *8* – катод; *9* – модулятор; *10* – ускоряющий электрод.

Зеленый прожектор: *3* – катод; *4* – модулятор; *5* – ускоряющий электрод.

Синий прожектор: *12* – катод; *13* – модулятор; *11* – ускоряющий электрод.

Оформление – стеклянное, бесцокольное.

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 182×244 мм.

Масса – 6 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 18 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ – соответствующем наилучшей фокусировке 3,2 – 4 кВ

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Ток накала, А	0,28	0,31	0,34
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	–100	–	–50
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 200 В относительно катода), мкА	–	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора –120 В относительно катода), мкА	–	–	5
Яркость экрана в белом, кд/м²	150	–	–
Неравномерность яркости в белом, %	–	–	40
Координаты цветности основных цветов в системе МКО:			
красный цвет *x*	0,61	0,64	–
красный цвет *y*	–	0,33	0,35
зеленый цвет *x*	0,27	0,29	0,31
зеленый цвет *y*	0,57	0,60	–
синий цвет *x*	–	0,15	0,17
синий цвет *y*	–	0,06	0,08
Величина γ (сеточная модуляция)	2,6	2,8	3,3
Емкость между наружным покрытием и вторым анодом, пФ	400	–	800
Отношение тока красного прожектора к току зеленого прожектора	0,95	–	1,8
Отношение тока красного прожектора к току синего прожектора	1,2	–	2,5
Напряжение модуляции:			
сеточная модуляция, В	–	–	50
катодная модуляция, В	–	–	45
Время готовности, с	–	–	20

Долговечность, ч.	3500	–	–
Критерий долговечности: яркость экрана в белом, кд/м²	84	–	–
Напряжение модуляции:			
сеточная модуляция, В			50
катодная модуляция, В			45

Электрические параметры отклоняющей системы

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Пиковая удельная энергия отклонения строчных отклоняющих катушек, мкДж/кВ	102	120	138
Чувствительность кадровых отклоняющих катушек, А	0,968	1,1	1,232
Сопротивление строчных отклоняющих катушек постоянному току, Ом	–	–	0,6
Сопротивление кадровых отклоняющих катушек постоянному току, Ом	8,1	9,0	9,9
Индуктивность строчных отклоняющих катушек, мкГн	361	380	399
Индуктивность кадровых отклоняющих катушек, мГн	–	–	11
Коэффициент связи между строчными и кадровыми отклоняющими катушками, %	–	–	2,5

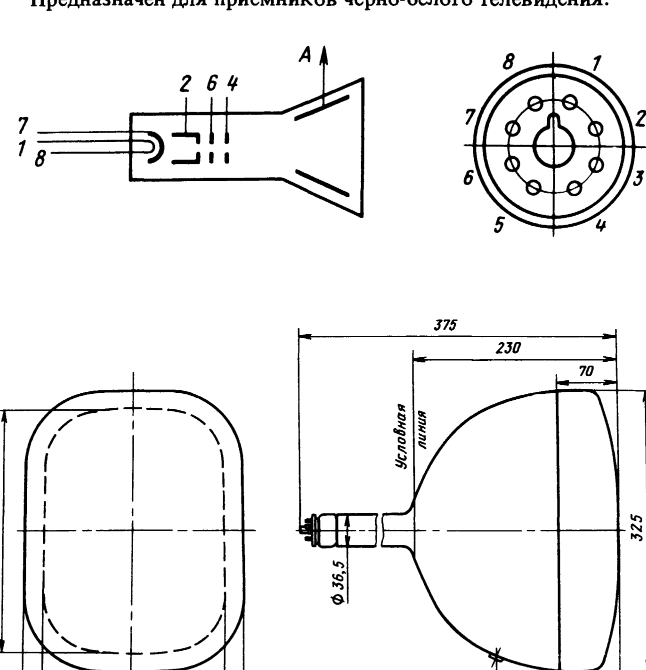
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	15 000	20 000
Напряжение фокусирующих электродов (постоянное), В	2500	5500
Напряжение ускоряющих электродов (постоянное), В	200	650
Напряжение модулятора по отношению к катоду, В	–400	–5
Пиковое напряжение между катодом и подогревателем:		
а) при подогревателе, отрицательном по отношению к катоду:		
в течение первых 15 с после включения напряжения накала, В	–	400
в течение всего последующего времени для постоянной составляющей, В	–	200
для постоянной и переменной составляющих совместно, В	–	200
б) при подогревателе, положительном по отношению к катоду:		
для переменной составляющей, В	–	200
для постоянной составляющей, В	–	0

Сопротивление в цепи фокусирующих электродов, МОм	–	7,5
Полное сопротивление в цепи модулятора каждого прожектора, МОм	–	0,75
Максимальное значение среднего тока анода, мкА	–	650

35ЛК6Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.



Общие данные

Угол отклонения луча – 70°.

Выводы электродов: *1,8* – подогреватель; 2 – модулятор; *4* – фокусирующий электрод; *6* – ускоряющий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Размер изображения на экране – 217Х288 мм.

Масса – 6 кг.

Основные параметры

при $U_н = 6{,}3$ В; $U_а = 12$ кВ; $U_{уск.эл} = 300$ В; $U_{фок.эл} = 100 - 425$ В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,54	0,66
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –135 В относительно катода), мкА	–	30

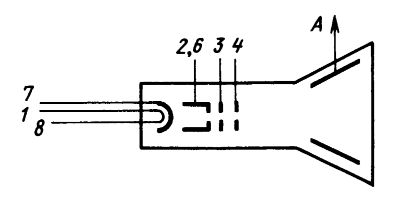
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора –100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–90	–30
Напряжение модуляции, В	–	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	500	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	55	–
напряжение модуляции, В	–	30

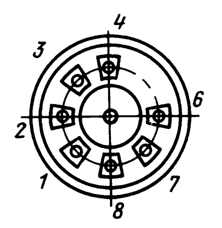
Предельные эксплуатационные данные

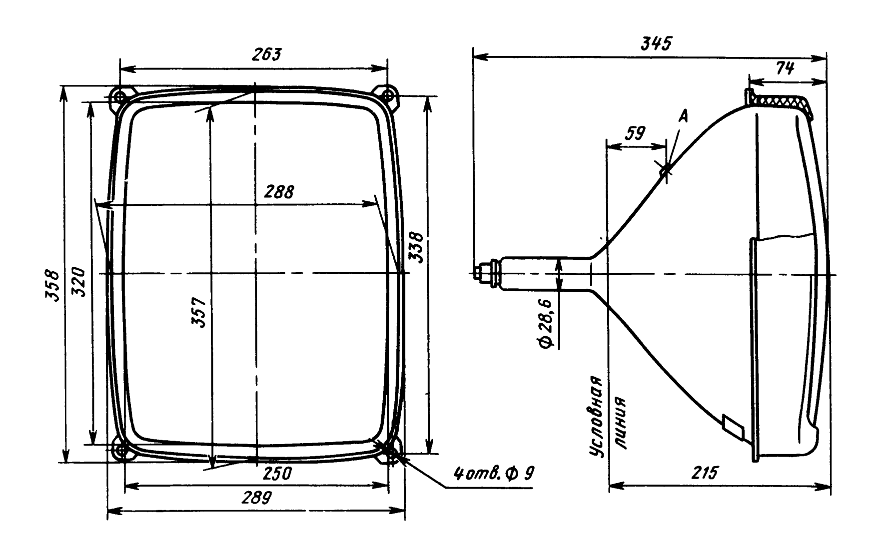
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	9000	15 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	–300	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	–125	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	–125	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1
Среднее значение тока анода (катода), мкА	–	150

40ЛК3Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.







Общие данные

Угол отклонения луча – 90°.

Выводы электродов: *1,8* – подогреватель; *2,6* – модулятор; *3* – ускоряющий элек род; *4* – фокусирующий электрод; *8* – катод, *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 250X320 мм.

Масса – 6,5 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 12 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ = 0–400 В

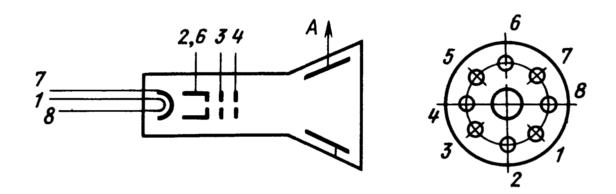
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–80	–30
Напряжение модуляции, В	–	27
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст	100	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	–
напряжение модуляции, В	–	32

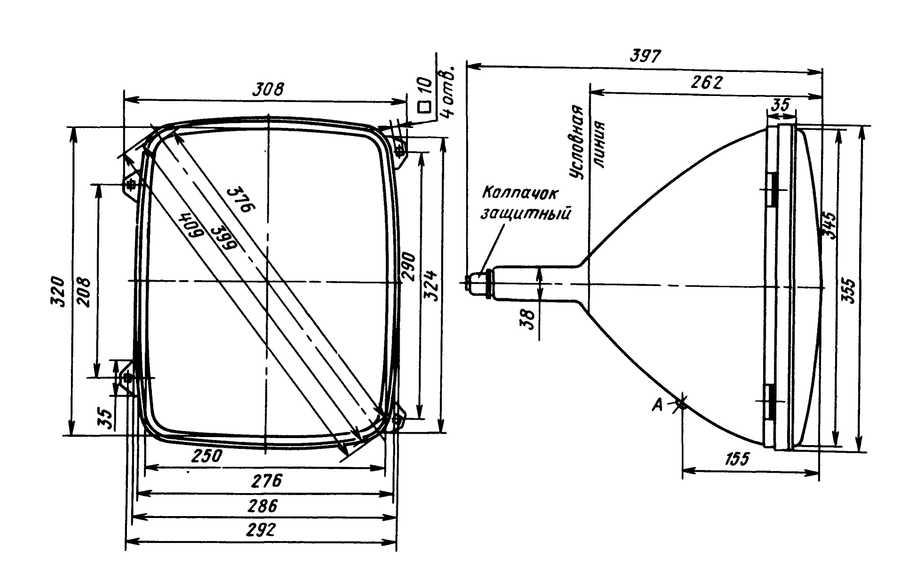
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	10 000	14 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−200	700
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	300	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	−300	125
Наибольшее сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Средний ток анода, мкА	–	150

40ЛК6Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.





Общие данные

Угол отклонения луча – 70°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 250×320 мм.

Масса – 6 кг.

Основные параметры

при $U_н = 6,3$ В; $U_а = 12$ кВ; $U_{уск.эл} = 300$ В; $U_{фок.эл} = -(100–425)$ В

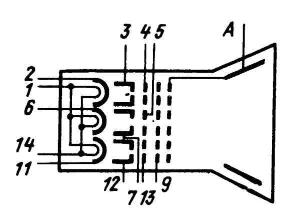
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя −135 В относительно катода), мкА	–	30
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	−90	−30
Напряжение модуляции, В	–	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	100	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	–
напряжение модуляции, В	30	–

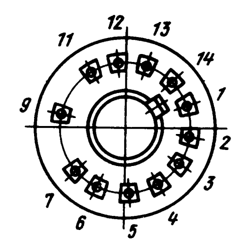
Предельные эксплуатационные данные

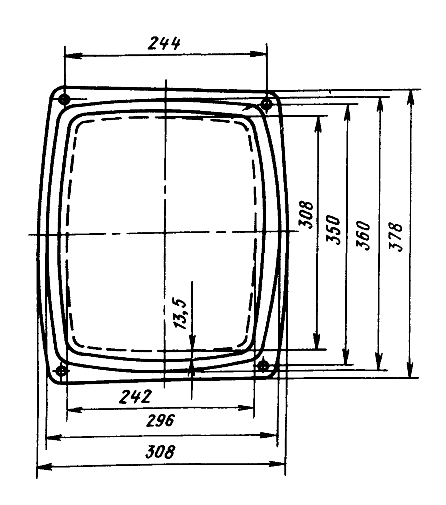
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	9000	15 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−300	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	250	500
Напряжение модулятора (постоянное), В	−125	0
Напряжение подогревателя относительно катода, В	−125	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1

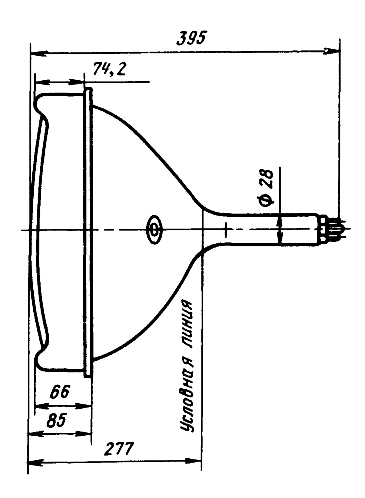
40ЛК4Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.









Общие данные

Фокусировка лучей – электростатическая.
Отклонение лучей – магнитное.
Угол отклонения лучей – 90°.
Сведение лучей – магнитное.

Разрешающая способность в линиях:
 в центре в белом по вертикальному клину – не менее 450;
 в центре в белом по горизонтальному клину – не менее 400;
 по углам, на красном, зеленом и синем поле – не менее 375.

Выводы электродов: *1, 14* – подогреватель; *9* – фокусирующий электрод; *А* – анод (боковой вывод).
Красный прожектор: *2* – катод; *3* – модулятор; *4* – ускоряющий электрод.
Зеленый прожектор: *6* – катод; *7* – модулятор; *5* – ускоряющий электрод.
Синий прожектор: *11* – катод; *12* – модулятор; *13* – ускоряющий электрод.
Оформление – стеклянное, бесцокольное.
Исполнение – взрывобезопасное.
Размер изображения на экране – 242×308 мм.
Масса – 8,5 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 25 кВ; $U_{уск.эл}$ = 250 В; $U_{фок.эл}$ – соответствующем наилучшей фокусировке 3,3 – 4,1 кВ

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Ток накала, А	0,81	0,9	0,99
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	–132	–	–68

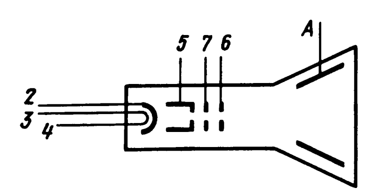
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя −200 В относительно катода), мкА	–	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 150 В относительно катода), мкА	–	–	3,5
Яркость экрана в белом, кд/м²	80	–	–
Неравномерность яркости в белом, %	–	–	65
Цветовые координаты основных цветов:			
красного *x*	0,6	0,64	–
красного *y*	–	0,33	0,35
зеленого *x*	0,26	0,29	0,31
зеленого *y*	0,55	0,6	–
синего *x*	–	0,15	0,18
синего *y*	–	0,06	0,09
Величина γ	2,6	2,8	3,3
Долговечность, ч	1500	–	–
Критерий долговечности: яркость в белом цвете, кд/м²	50	–	–

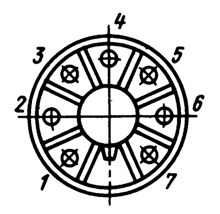
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	2500	5000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	60	600
Напряжение модулятора (постоянное), В	−250	−10
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	−200	+200
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	0,75
Ток анода трех прожекторов, мкА	–	700

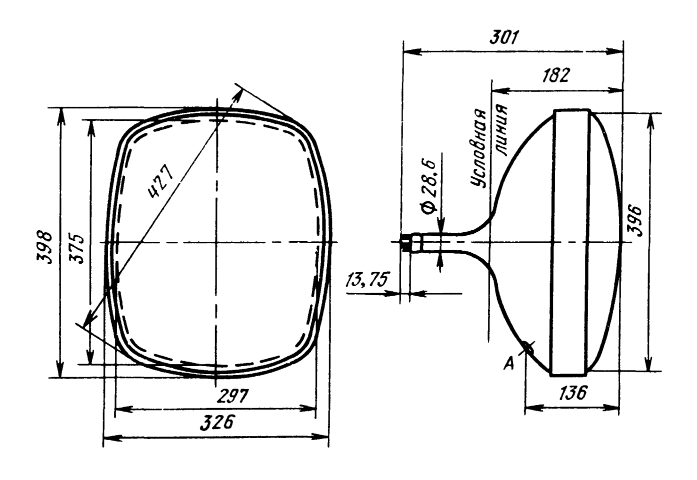
43ЛК11Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.





[1] В течение 15 с после включения допускается напряжение −450 В.



Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *2* – катод; *3, 4* – подогреватель; *5* – модулятор; *6* – фокусирующий электрод; *7* – ускоряющий электрод, *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 297Х375 мм

Масса – 5,5 кг.

Основные параметры

при $U_н = 6,3$ В; $U_а = 14$ кВ; $U_{уск.эл} = 300$ В; $U_{фок.эл} = 0–400$ В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,54	0,66
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя –135 В относительно катода), мкА	–	30
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора –100В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–80	–30
Напряжение модуляции, В	–	25
Яркость свечения экрана, кд/м²	100	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	100	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	–
напряжение модуляции, В	–	32

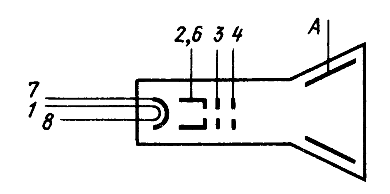
Предельные эксплуатационные данные

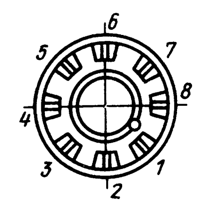
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	16 000

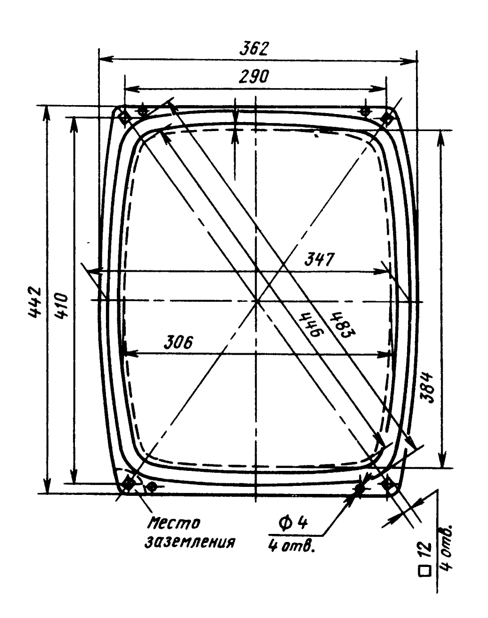
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В . .	−350	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Сопротивление в цепи модулятора, МОм.	–	1

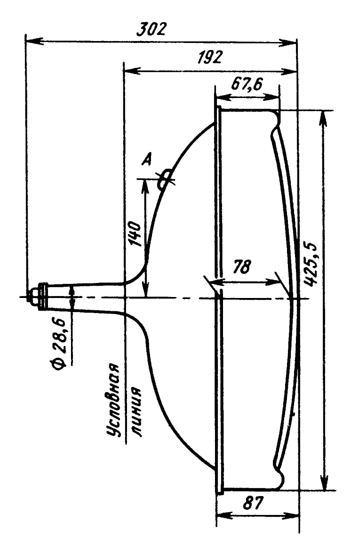
47ЛК2Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.









Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1,8* – подогреватель; *2,6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *A* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 305×384 мм

Масса – 10 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 16 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.\ эл}$ = 0 – 400 В

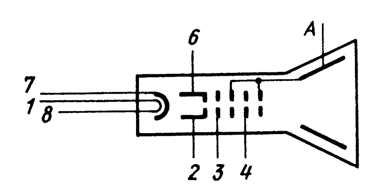
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–80	–30
Напряжение модуляции, В	–	36
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	100	–
Долговечность, ч	3 500	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	72	–
напряжение модуляции, В	–	46

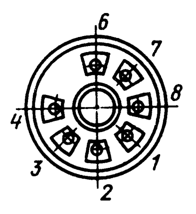
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	18 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	–550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	–150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	–300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА	–	350

50ЛК1Б

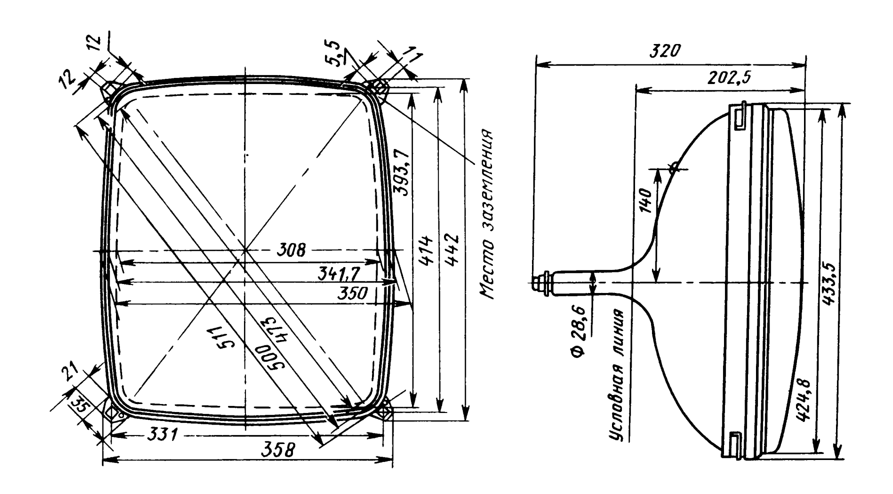
Предназначен для приемников черно-белого телевидения.





[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до –400 В.

[2] При испытательной таблице или шахматном поле.



Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1,8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 308Х393 мм

Масса – 9 кг.

Основные параметры

при $U_н = 6{,}3$ В; $U_а = 16$ кВ; $U_{уск.эл} = 400$ В; $U_{фок.эл} = 0 - 400$ В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–80	–30
Напряжение модуляции, В	–	32
Яркость свечения экрана, кд/м²	110	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	—
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	140	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	–
напряжение модуляции, В	–	41

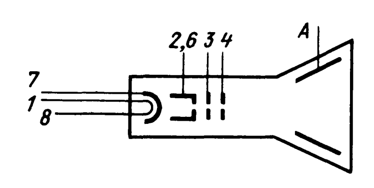
Предельные эксплуатационные данные

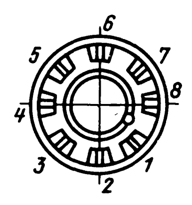
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	12 000	20 000

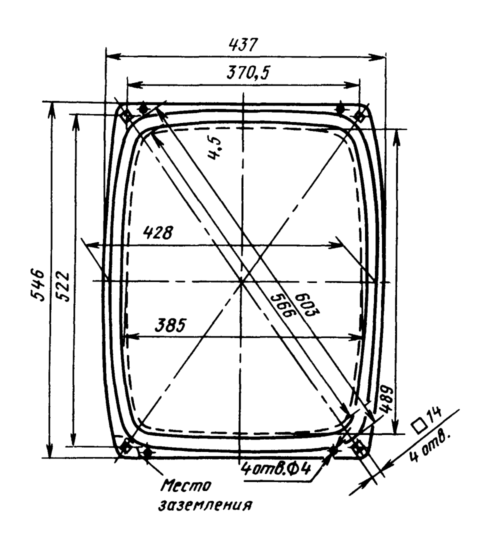
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В . .	−550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	−300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм.	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА	–	350

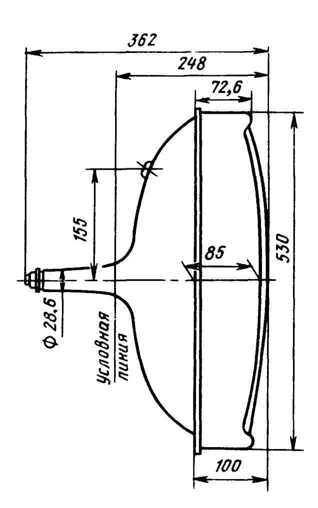
59ЛК2Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.









Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 385×489 мм

Масса – 16 кг.

Основные параметры

при $U_{н} = 6{,}3$ В; $U_{а} = 16$ кВ; $U_{уск.эл} = 400$ В; $U_{фок.эл} = 0 - 400$ В

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до −400 В.

[2] При испытательной таблице или шахматном поле.

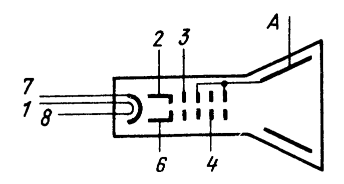
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), В	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	−80	−30
Напряжение модуляции, В	–	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	150	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	30	–
напряжение модуляции, В	–	55

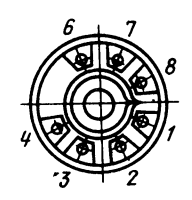
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	14 000	20 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	−300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА	–	350

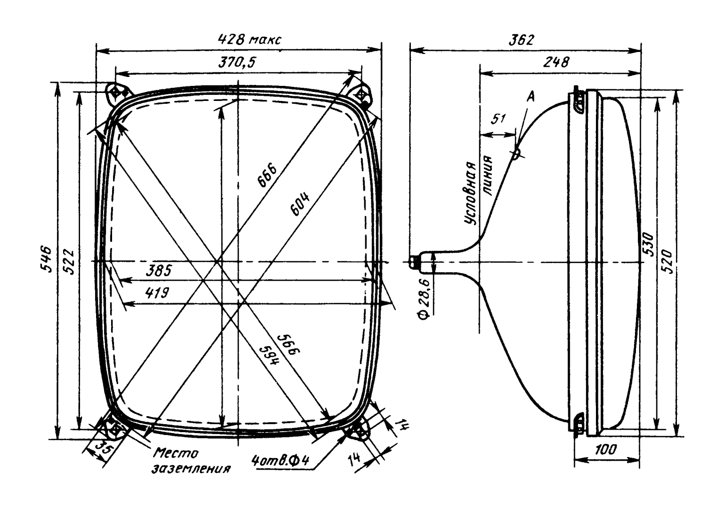
59ЛК3Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.





[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до – 400 В.
[2] При испытательной таблице или шахматном поле.



Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 385×489 мм

Масса – 15 кг.

Основные параметры

при $U_{н}$ = 6,3 В; $U_{а}$ = 16 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ = 0 – 400 В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–80	–30
Напряжение модуляции, В	–	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	120	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст	100	–
Долговечность, ч	2500	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	70	
напряжение модуляции, В	–	66

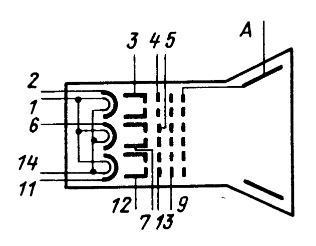
Предельные эксплуатационные данные

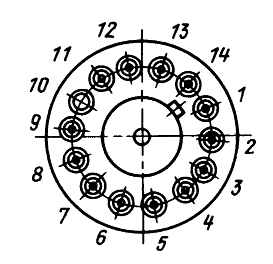
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	14 000	18 000

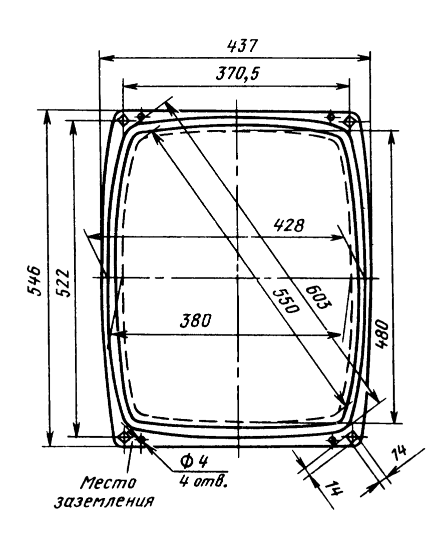
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В. . .	−550	1100
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	−330	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм.	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА.	–	350

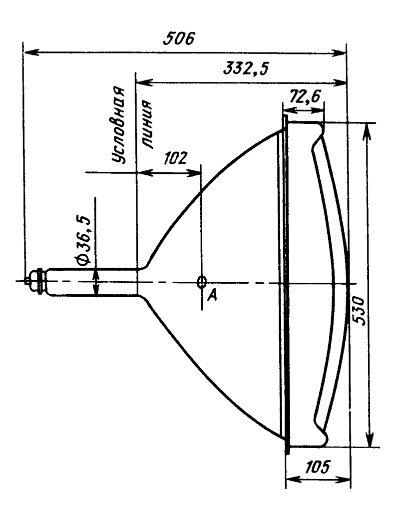
59ЛК3Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.









Общие данные

Фокусировка лучей – электростатическая.

Отклонение лучей – магнитное.

Угол отклонения лучей – 90°.

Сведение лучей – магнитное.

---

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до – 450 В.

[2] При испытательной таблице или шахматном поле.

Разрешающая способность в линиях:

в центре в белом по вертикальному клину – не менее 600;

в центре в белом по горизонтальному клину – не менее 500;

по углам на красном, зеленом и синем поле – не менее 450.

Выводы электродов: *1, 14* – подогреватель; *9* – фокусирующий электрод; *А* – анод (боковой вывод).

Красный прожектор: *2* – катод; *3* – модулятор; *4* – ускоряющий электрод.

Зеленый прожектор: *6* – катод; *7* – модулятор; *5* – ускоряющий электрод.

Синий прожектор: *11* – катод; *12* – модулятор; *13* – ускоряющий электрод.

Оформление – стеклянное, бесцокольное.

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 380×480 мм

Масса – 18 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 25 кВ; $U_{уск.\ эл}$ = 400 В; $U_{фок.\ эл}$ – соответствующем наилучшей фокусировке 4,7 – 5,5 кВ

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Ток накала, А	0,81	0,9	0,99
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	–190	–	100
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 200 В относительно катода), мкА	–	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором, мкА	–	–	5
Яркость экрана, в белом, кд/м²	110	–	–
Неравномерность яркости в белом, %	–	–	65
Цветовые координаты основных цветов:			
красного *x*	0,6	0,64	
красного *y*	–	0,33	0,35
зеленого *x*	0,26	0,29	–
зеленого *y*	0,54	0,6	–
синего *x*	–	0,15	0,18
синего *y*	–	0,06	0,09
Величина γ (сеточная модуляция)	2,6	2,8	3,3

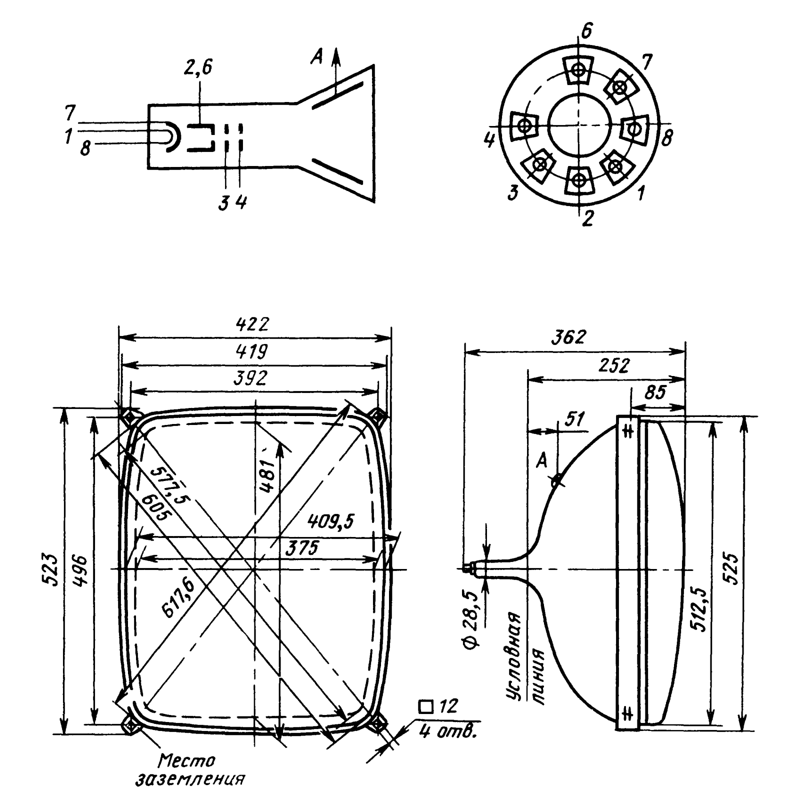
Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,3
Напряжение анода (постоянное), В	20 000	27 500
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	3000	6000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	1000
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	–200	+200
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	0,75
Наибольший ток анода трех прожекторов, мкА	–	1000

61ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.

[1] В течение 15 с после включения допускается напряжение до – 450 В.



Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 375×481 мм

Масса – 14, 5 кг.

Основные параметры

при $U_н = 6{,}3$ В; $U_а = 18$ кВ; $U_{уск.эл} = 400$ В; $U_{фок.эл} = 0 - 400$ В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–77	–40
Напряжение модуляции, В	–	44
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	–

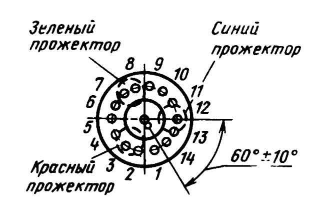
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	150	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	90	–
напряжение модуляции, В	–	55

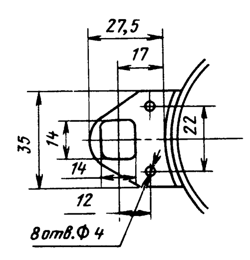
Предельные эксплуатационные данные

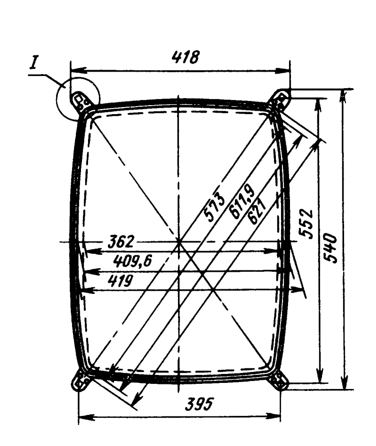
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода[1] (постоянное), В	14 000	20 000
Напряжение фиксирующего электрода (постоянное), В	−500	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	350	700
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[2], В	−300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[3], мкА	–	350

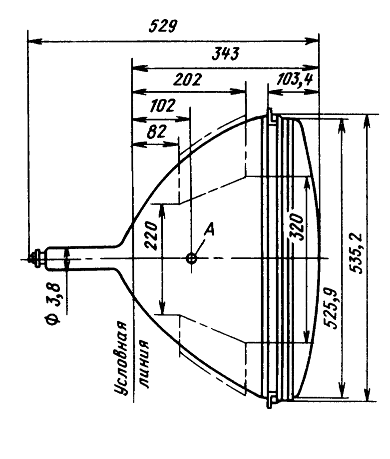
61ЛК3Ц

Трехпрожекторный, масочный. Предназначен для приемников цветного телевидения.









---

[1] При токе катода, равном нулю, допускается напряжение анода до 22 000 В.

[2] В течение 45 с после включения допускается напряжение до – 450 В.

[3] При испытательной таблице или шахматном поле.

Общие данные

Фокусировка лучей – электростатическая.
Отклонение лучей – магнитное.
Угол отклонения лучей – 90°.
Сведение лучей – магнитное.

Разрешающая способность в линиях:
в центре в белом по вертикальному клину – не менее 600;
в центре в белом по горизонтальному клину – не менее 500;
по углам на красном, зеленом и синем поле – не менее 450.

Выводы электродов: *1, 14* – подогреватель; *9* – фокусирующий электрод; *A* – анод (боковой вывод).
Красный прожектор: *2* – катод; *3* – модулятор; *4* – ускоряющий электрод.
Зеленый прожектор: *6* – катод; *7* – модулятор; *5* – ускоряющий электрод.
Синий прожектор: *11* – катод; *12* – модулятор; *13* – ускоряющий электрод.
Оформление – стеклянное, бесцокольное.
Экран – уплощенный со сверхспрямленными углами, с соотношением сторон 3 : 4.
Исполнение – взрывобезопасное.
Размер изображения на экране – 262×482 мм.
Масса – 20 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 25 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ – соответствующем наилучшей фокусировке 4,7 – 5,5 кВ

	Не менее	Номинальное значение	Не более
Ток накала, А	0,81	0,9	0,99
Напряжение запирания (для каждого прожектора), В	–190	–	–100
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 200 В относительно катода), мкА	–	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 200 В относительно катода), мкА	–	–	5
Яркость экрана в белом, кд/м²	120	–	–
Неравномерность яркости экрана в белом, кд/м²	–	–	65
Координаты цветности основных цветов в системе МКО:			
красный цвет *x*	0,61	0,64	–
красный цвет *y*	–	0,33	0,35
зеленый цвет *x*	0,27	0,29	0,31
зеленый цвет *y*	0,57	0,60	–
синий цвет *x*	–	0,15	0,17
синий цвет *y*	–	0,06	0,08
Величина γ (сеточная модуляция)	2,6	2,8	3,3
Емкость между наружным покрытием и вторым анодом, пФ	2000	–	2500
Отношение тока красного прожектора к току зеленого прожектора	0,5	–	1,3

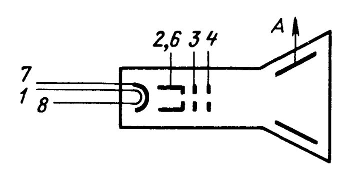
Отношение тока красного прожектора к току синего прожектора	0,5	–	1,3
Контраст в крупных деталях на белом поле	120	–	–
Напряжение модуляции (сеточная модуляция), В	–	–	75
Долговечность, ч	5000	–	–
Критерии долговечности:			
яркость экрана в белом, кд/м²	84	–	–
разрешающая способность, лин:			
в центре в белом по вертикальному клину	500	–	–
в центре в белом по горизонтальному клину	400	–	–

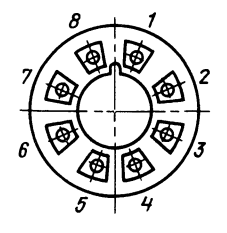
Предельные эксплуатационные данные

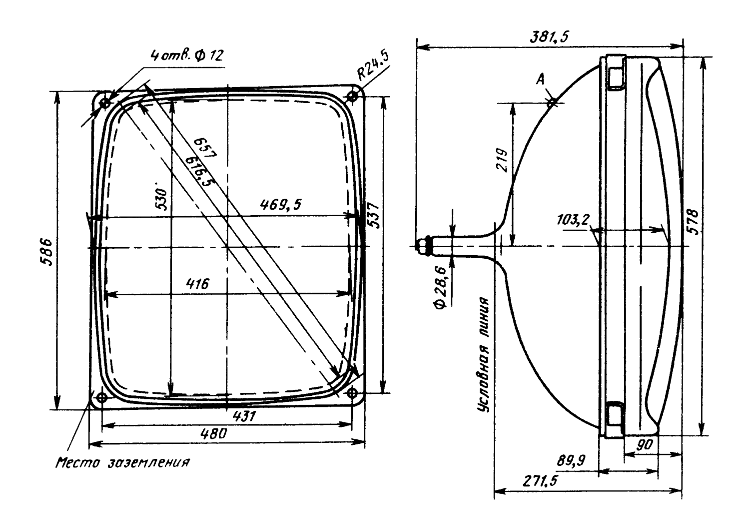
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	20 000	27 500
Напряжение фокусирующих электродов (постоянное), В	3000	6000
Напряжение ускоряющих электродов (постоянное), В	200	1000
Напряжение модулятора по отношению к катоду, В	–400	0
Пиковое напряжение между катодом и подогревателем:		
а) при подогревателе, отрицательном по отношению к катоду:		
в течение первых 15 с после включения напряжения накала, В	–	450
в течение всего последующего времени для постоянной составляющей, В	–	200
для постоянной и переменной составляющих совместно, В	–	200
б) при подогревателе, положительном по отношению к катоду:		
для переменной составляющей, В	–	200
для постоянной составляющей, В	–	0
Сопротивление в цепи фокусирующих электродов, МОм	–	7,5
Полное сопротивление в цепи модулятора каждого прожектора, МОм	–	0,75

65ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.







Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

Исполнение – взрывобезопасное.

Размер изображения на экране – 416×530 мм

Масса – 19 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 20 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ = 400 В

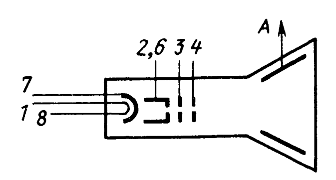
	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении модулятора – 150 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–90	–40
Напряжение модуляции, В	–	55
Яркость свечения экрана, кд/м²	200	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст	150	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	60	–
напряжение модуляции, В	–	55

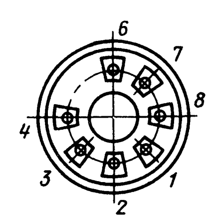
Предельные эксплуатационные данные

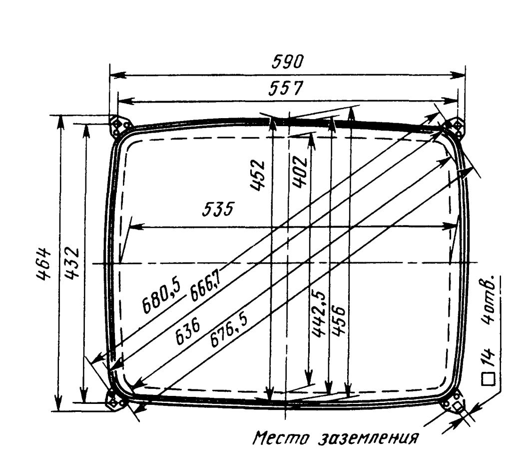
	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	−550	1100
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	−150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	−300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА	–	350

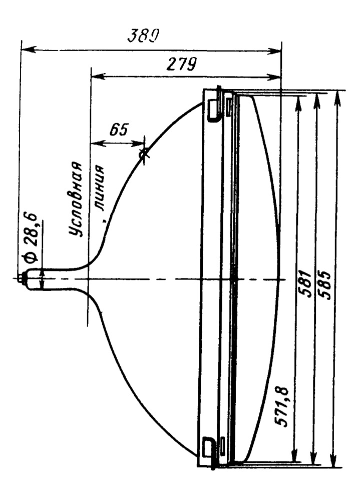
67ЛК1Б

Предназначен для приемников черно-белого телевидения.









Общие данные

Угол отклонения луча – 110°.

Выводы электродов: *1, 8* – подогреватель; *2, 6* – модулятор; *3* – ускоряющий электрод; *4* – фокусирующий электрод; *7* – катод; *А* – анод (боковой вывод).

---

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до – 400 В.

[2] При испытательной таблице или шахматном поле.

Исполнение – взрывобезопасное.
Размер изображения на экране – 402×535 мм
Масса – 19 кг.

Основные параметры

при $U_н$ = 6,3 В; $U_а$ = 20 кВ; $U_{уск.эл}$ = 400 В; $U_{фок.эл}$ = 0–400 В

	Не менее	Не более
Ток накала, А	0,27	0,33
Ток утечки между катодом и подогревателем (при напряжении подогревателя – 300 В относительно катода), мкА	–	50
Ток утечки между катодом и модулятором (при напряжении – 100 В относительно катода), мкА	–	5
Напряжение запирания, В	–90	–40
Напряжение модуляции, В	–	48
Яркость свечения экрана, кд/м²	150	–
Разрешающая способность в линиях:		
в центре	600	–
по углам	550	–
Контраст крупных деталей	150	–
Долговечность, ч	3000	–
Критерии долговечности:		
яркость свечения экрана, кд/м²	85	–
напряжение модуляции, В	–	85

Предельные эксплуатационные данные

	Не менее	Не более
Напряжение накала, В	5,7	6,9
Напряжение анода (постоянное), В	17 000	23 000
Напряжение фокусирующего электрода (постоянное), В	–550	1000
Напряжение ускоряющего электрода (постоянное), В	200	550
Напряжение модулятора (постоянное), В	–150	0
Напряжение подогревателя относительно катода[1], В	–300	+125
Сопротивление в цепи модулятора, МОм	–	1,5
Среднее значение тока анода (катода)[2], мкА	–	350

[1] В течение 45 с после включения допускается напряжение до – 450 В.
[2] При испытательной таблице или шахматном поле.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пароль Николай Владимирович

КИНЕСКОПЫ

Редактор И. Н. Суслова
Художественный редактор Н. С. Шеин
Технический редактор И. Л. Ткаченко
Корректор Т. Л. Кускова

ИБ № 342

Подписано в печать 1.12.83 г. Т-20089 Формат 60x90/16 Бумага офс. № 2 Гарнитура "Пресс-роман" Печать офсетная Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,5 Уч.-изд. л. 5,26
Тираж 80 000 экз. Изд. № 20201 Зак. № 1930 Цена 40 к.
Издательство "Радио и связь". 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46

40 к.

